Tropische Fragmente

von

Eug. Warming.

II. Rhizophora Mangle L.

(Mit Taf. VII—X und 1 Holzschnitt.)

Trotz der verschiedenen vorzüglichen alten Darstellungen von der Lebensweise und dem Habitus des Mangrovebaums und trotz der klaren und in den Hauptpunkten correcten Beschreibung des Lebendiggebärens, die sich schon bei Jacquin und Du Petit Thouars findet, sind die neueren Besprechungen von diesem Baume bei weitem nicht alle correct, und eine gewisse Unklarheit über die richtigen Verhältnisse scheint noch recht allgemein zu herrschen [1]. Viele Punkte im feineren Bau sind noch gar nicht behandelt worden.

Schon 1877 gab ich eine Skizze besonders von der Keimung, zum Theile von Figuren illustrirt, die von meinem auf St. Thomas ansässigen Freunde, Capitain Baron H. Eggers, entworfen waren und von mir selbst supplirt wurden durch Untersuchung von Materialien, welche er mir geschenkt hatte (vergl. Botan. Notiser, utg. af O. Nordstedt, Lund 1877), und Baron Eggers gab selbst, im selbigen Jahre in den »Videnskabelige Meddelelser« des Kopenhagener Naturhistor. Vereins eine Darstellung von dem Wuchs, der Wurzelbildung u. s. w. derselben Species. Nachher (1880) legte ich der skandinavischen Naturforscherversammlung in Stockholm einige neue Beobachtungen über die Keimbildung vor; da ich aber über einen gewissen Punkt größere Sicherheit nothwendig fand, habe ich die Publication derselben hinausgeschoben, bis ich jetzt nach Untersuchung neuen, von Baron Eggers gesandten Materials endlich so weit gekommen bin, dass ich — trotz einiger noch restirender Mängel — eine zusammenfassende Veröffentlichung wage.

---

1) Man vergl. die ganz unrichtigen Darstellungen in Grisebach, Veget. d. Erde II, 21, 22; auch Wallace soll irrige Darstellungen geben (nach Kuntze, Um die Erde p. 89). Die allgemeine Unsicherheit geht auch z. B. aus Haberlandt's Worten hervor (Schutzeinrichtungen der Keimpflanze, p. 62—63).

Wuchs und Habitus. — Rhizophora Mangle wächst gesellschaftlich an Lagunen und ruhigen Meeresarmen und Flussmündungen, wo das Wasser brackisch ist, und ist eins der wenigen Beispiele von tropischen gesellschaftlich wachsenden Bäumen. Aus den Beschreibungen der Reisenden (siehe z. B. Eggers und Kuntze, Um die Erde, p. 58, oder Jacquin's vorzügliche Beschreibung von 1763 [1]) ist es bekannt, dass er mit seinen Luftwurzeln ein äußerst dichtes Gewirr bildet, zwischen dem Krabben und andere Thiere einen willkommenen Aufenthaltsort finden. Es wird bisweilen fast unmöglich, durch ein solches Gebüsch zu dringen und jedenfalls sehr unangenehm des vielen stinkenden, zwischen den Wurzeln angesammelten Schlammes wegen.

Im Äußern ist dieser Baum einem frischen, dichtlaubigen Lorbeerbaume ähnlich, dessen üppige Krone von immergrünen glänzenden lederartigen Blättern geziert, oft ganz bis zum Wasserspiegel reicht und immer abgerundete Umrisse darbietet. Seine Höhe ist gewöhnlich 4—5 m., mit einem Stamm-Diameter von ca. $^1/_6$ m.; er erreicht aber eine bedeutend größere Höhe, etwa 10—16 m.[2]). Der Querschnitt des Stammes ist kreisrund. Die Rinde ist glatt und graubraun.

Die Luftwurzeln. — Vom untersten Theile des Stammes, bis zu ca. 2 m. Höhe, entspringen Luftwurzeln, von Eggers »Stamm-Luftwurzeln« genannt, dazu bestimmt, den Baum in dem schlammigen, losen Boden zu befestigen und zu stützen; eine zweckmäßigere Basis für einen Baum dürfte sich an einer solchen Localität in der That kaum finden. Unter einem fast rechten Winkel entspringen sie aus dem Stamm (Taf. IX, X, Fig. 23), biegen sich aber nachher bogenförmig abwärts gegen die Erde. Jung sind sie ganz glatt und ohne alle Wurzelhaare oder dünnere Zweige, welche als Saugwurzeln zu fungiren haben, so lange sie außerhalb des Wassers sich befinden; die im Wasser untergetauchten Theile bilden dagegen zahlreiche, von den »Stützwurzeln« anatomisch abweichende kleinere Wurzeln, die wieder mit ganz kleinen, haarähnlich abstehenden Zweigen besetzt sind (Taf. IX, X, Fig. 24).

---

1) »Ex dictis colligi potest, quam densas et quam vastas sylvas in incultis inundatisque littoribus constituere hae arbores tempore valeant; quamque praebeant stupendum Europaeis spectaculum? His proxime pernoctare, ne dicam habitare, ob pessimorum culicum horrendam frequentiam Europaeo in summam poenam cedere posset, etsi moderate id barbari ferant; in ipsis autem mediis sylvis vix est, qui perpeteretur. At has incolunt ardeae numerosae, fulicae, aliaeque id genus avis. Ibi cancrorum agmina invenire est. Intexta radicum infimarum compages stabile ac firmum solum praebet assueto barbaro venatori, ut gradi super limo et undis absque periculo possit. Arcubus radicum mare spectantium submersarumque accrescunt jactata illa in itinerariis ostrea, quae feruntur arboribus innasci, non minus avide ab Americanis omnibus expetita comestaque quam ab Europaeis sua.« (Jacquin, p. 145.) [Vergl. die Literaturübersicht p. 45.]

2) »Quinquagintapedalem altitudinem plerumque attingit« Jacquin, p. 142.

Die Stützwurzeln verzweigen sich gewöhnlich, und zwar recht eigenthümlich, indem sie sich plötzlich in mehrere (3—5 und mehr) Zweige fast ausstrahlend auflösen (siehe beistehenden Holzschnitt); wie die Strahlen eines Regenschirmes gehen diese Zweige auseinander nach mehreren Seiten, und können sich bisweilen von neuem auf ganz die nämliche Weise verzweigen. Diese Verzweigung scheint immer mit Zerstörung oder Beschädigung der Spitze der Mutterwurzel in Verbindung zu stehen, worauf schon JACQUIN aufmerksam war. Auf welche Weise die Mutterwurzel gewöhnlich beschädigt wird, weiß ich aber nicht.



Nach allen Zeichnungen scheinen die Stamm-Luftwurzeln unter fast demselben Winkel von dem Stamme nach dem Boden hin zu streben; es lässt sich wohl annehmen, dass dieser Winkel der zur Unterstützung des Stammes zweckmäßigste sein wird. Bei anderen Bäumen, welche auf ähnliche Weise von Luftwurzeln, die aus dem Grunde des Stammes hervorbrechen, gestützt werden, scheint derselbe Winkel sich zu wiederholen und zugleich dieselbe strahlenförmige Verzweigung der Wurzeln [1]). Der größte Durchschnitt, den EGGERS für die Stamm-Luftwurzeln angiebt, ist 6 Zoll, von welchen das Mark $1/2$ Zoll im Durchmesser einnimmt.

Auch von den Zweigen des Baumes entspringen Luftwurzeln, die als

1) So schreibt WALLACE von Iriartea exorrhiza Mart. (Palm trees of the Amazon, p. 35, Pl. 12 u. 13): They (the roots) spring out from the stem, each one at a higher point, than the last, and extend diagonable downwards till they approach the ground, where they often divide into many rootlets, each of which secures itself in the soil. As fresh ones spring out from the stem, those below become rotten and die off«. Sie scheinen sich doch nach den Zeichnungen mehr successiv zu verzweigen als die von Rhizophora. — Iriartea ventricosa (ibid. pl. 14) hat eine ähnliche Luftwurzelbildung. — Über den stammähnlichen Bau der Rhizophora-Wurzeln wird unten die Rede sein. Vergl. noch SCHWENDENER's Bemerkungen über die mechanische Bedeutung und den anatomischen Bau der Luftwurzeln von Pandanus, Iriartea, Wettinia etc.: Das mechanische Princip, p. 116 u. 131, auch in SCHENK's Handbuch, 2, p. 622 von HABERLANDT citirt, der noch dazu die Stutzwurzeln des Maishalmes erwahnt.

Stützen dienen, von Eggers »Zweig-Luftwurzeln« genannt. Sie bilden sich an der Zweig-Unterseite und treten vertical zum Schlamm herab. In einigem Abstande von ihrem Ursprungsorte verzweigen sich auch diese Wurzeln, gewöhnlich wie die Stamm-Luftwurzeln und bilden mehrere, bis acht Zweige, die strahlenförmig nach allen Seiten ausgehen, indem die Hauptwurzel zerstört worden ist. So lange diese Luftwurzeln noch frei in der Luft schweben, können sie die Mutterzweige durch ihr Gewicht etwas abwärts biegen. Haben sie den Boden erreicht, so bilden sie zahlreichere Zweige, die theils zur Befestigung, theils zur Ernährung dienen [1]).

Diese Zweig-Luftwurzeln erreichen nach Eggers selten einen größeren Durchschnitt als 2—4 cm.

In Grisebach's Pflanzengeographie, 2, p. 21 findet sich folgender, wie man aus dem Vorhergehenden sieht, unrichtiger Passus: »Die Rhizophoren oder Mangrovebäume unterscheiden sich dadurch von den Banyanen, dass die Luftwurzeln nicht aus den Zweigen selbst, sondern aus den noch daran befestigten Früchten entspringen und die neuen Individuen sich später leicht vom Mutterstamm ablösen«. Schon aus Oviedo's Beschreibung von 1535 (Hist. des Indes occidentales) geht doch deutlich hervor, dass der Baum gerade wie die Feigenbäume Wurzeln schlägt, und wahrscheinlich wegen der Beschreibung Oviedo's wurde Rhizophora von Bauhinus zu den Feigenbäumen gebracht (nach du Petit Thouars, l. c. p. 28). Das Unrichtige seiner Angabe hätte Grisebach ferner aus den Beschreibungen oder Figuren sehen können, welche wir bei Rumphius, Herb. Amboin. t. 3, p. 108 und tab. 71 (vorzügliches Habitusbild von »Mangium Candelarium« s. Rhizophora mucronata Lamarck) finden, bei Jacquin, Tulasne, Martius (Landschaftsbilder zur Flora Brasiliensis), u. a., selbst in deutschen Schulbüchern. Kuntze macht auf Grisebach's Irrthum aufmerksam (Schutzmittel der Pflanzen, p. 16, 17 und Um die Erde, p. 88), ist aber nicht selbst besonders glücklich in seiner Berichtigung und in seiner Beschreibung der Keimung [2]).

Trichoblaste. — Ehe ich zu der morphologischen und anatomischen Beschreibung übergehe, werde ich die in fast allen Theilen der Pflanze vorkommenden Trichoblaste erwähnen, welche übrigens schon sehr oft von

---

1) Rumph schreibt von seinem »Mangium Candelarium« (Herb. Amb. p. 109): quamprimum hae (sc. die Luftwurzeln) terram tangunt, radices mox agunt, atque instar tensorum funium eriguntur, ac sensim in ramos excrescunt, qui tamen mollius gerunt lignum reliquis«. Sollte dies so zu verstehen sein, dass Stammsprosse aus diesen Luftwurzeln entstehen sollten? Die Figurenerklärung p. 110 könnte auf dasselbe hindeuten. Tulasne (Flora Madag., p. 107) schreibt etwas ähnliches: ». . . radices aereae . . ., quae limum petunt, statimque, mutata conditione, tot truncorum novas vices gerunt«.

2) »Die Samen keimen allerdings am Baume aus, indem sich umhüllte, 1—9″ lange Blätter in Gestalt eines Stockes entwickeln; diese dienen aber abgefallen nur dazu, sich wie ein Stecken im Schlamme festzuhalten, damit Ebbe und Flut sie nicht hinwegschwemmen«. (Kuntze, Schutzmittel p. 17.)

den Botanikern besprochen und abgebildet worden sind. Decaisne hat sie vielleicht zuerst beobachtet (1835, Ann. des sc. nat., 2. Sér., 4, p. 76), und schon er erwähnt, dass die Bruchflächen z. B. einer gebrochenen Wurzel sammetartig sind, was daher rührt, dass die Trichoblaste als haarförmige oder borstenähnliche Spitzen in größter Menge aus den Bruchflächen hervorragen [1]). Sie sind wie die bekannten sternförmigen Zellen der Nymphaeaceen mit dem absurden Namen »inwendige Haare« bezeichnet wurden. Es sind H-förmige Zellen (Taf. VII, VIII, Fig. 12), doch oft mit 3—4—5 Zweigen, die durch ein kleines Mittelstück vereinigt sind, welches in dem Parenchym befestigt ist, während jene in die zahlreichen Intercellularräume hineinragen, welche sie, im Querschnitt gesehen, gewöhnlich fast ganz ausfüllen. In dem Blütenboden z. B. sind sie viel unregelmäßiger verzweigt als in den langgestreckten Organen. Übrigens sind sie mehr oder weniger verholzt und sehr stark verdickt, fast bis zum Schwinden des Zelllumens.

Die Trichoblaste sind so zahlreich und hart, dass das Messer in kürzester Zeit unbrauchbar wird. Ihre Rolle muss offenbar eine mechanische sein, und wahrscheinlich die: den Organen eine große Zähigkeit zu geben und die Intercellularräume gegen Zusammenfallen und Einschrumpfen zu schützen, welchem die Organe wohl in hohem Grade ausgesetzt sein würden, wenn sie der Sonnenhitze exponirt sind. Die Intercellularräume sind wohl dieser Sumpf- oder Wasserpflanze, deren Keimpflanzen durch die Wasserströmungen transportirt werden und oft an einem heißen Ufer aufgeworfen werden, geradezu unentbehrlich. Dass die Trichoblasten eine solche Rolle spielen müssen, scheint dadurch bestätigt zu werden, dass sie in allen Theilen der Pflanze äußerst zahlreich sind, nur ausgenommen solche, die, wie die dünnen Saugwurzeln, nur im Wasser und Schlamm versenkt vorkommen, und einige andere, innere Organe der Frucht oder des Keimes.

Blütenstände und Blüten. — Die Blütenstände stehen vereinzelt in den Laubblattachseln. Sie sind 2—5blütig und di- oder trichotomisch verzweigt (Taf. VII, VIII, Fig. 1, 4 u. 8). Scheinbar sind sie ohne Terminalblüten, erstens weil alle Axen, sei es der Einzelblüten oder der partiellen Stände, fast unter demselben Winkel von der scheinbar gemeinsamen tragenden Axe divergiren, ohne dass zwischen ihnen irgend eine Andeutung einer abortirten Stengelspitze zu finden ist. Zweitens findet sich die Eigenthümlichkeit, dass alle Axen ohne Ausnahme an ihrem Grunde von einem schuppenförmigen Hochblatte gestützt sind. Fig. 4 zeigt uns eine 2blütige Partialinflorescenz. Jede Blüte ist erstens

---

1) Beschrieben oder abgebildet sind sie ferner bei: Schleiden (Grundzüge der Allg. Bot., Ausg. 1861, p. 364, Fig. 64); Schacht, Bot. Ztg. 1851, p. 517, tab. 9, Fig. 13—17 und Lehrbuch p. 261, tab. 4, Fig. 21 und tab. 5, Fig. 2; Duchartre (Elements de botanique), Weiss, Anatomie p. 57, Fig. 73 *C* (im polarisirten Lichte gesehen) u. a.

mit zwei mit einander verwachsenen Bracteolen dicht unter dem Ovarium versehen; zweitens sieht man am Grunde der Stiele einen ähnlichen vereintblättrigen Hochblattwirtel; ursprünglich sind die Blüten von diesen verwachsenen Hochblättern umgeben (Taf. VII, VIII, Fig. 2, 3); nachher wird diese Scheide von den sich entwickelnden Blüten gesprengt, aber die Rückseiten der Hochblätter behaupten doch ihren ursprünglichen Platz.

Man könnte nun in dem in Fig. 4 abgebildeten Falle annehmen, dass die eine Blüte terminal und durch den Druck der Seitenaxe zu der Seite geschoben wäre, wo eine andere Seitenaxe sich vorfinden würde, wenn die Cyma vollständig entwickelt wäre, und hierfür spricht, dass die beiden Blüten bisweilen ungleich groß sind. Die trichotomischen Inflorescenzen lassen sich aber schwerlich hiermit vereinen. Fig. 8 stellt das Diagramm einer solchen Inflorescenz dar; von den drei unter denselben Winkeln ausstrahlenden Axen trägt die eine eine vereinzelte Blüte, die anderen je eine dichotomische zweiblütige Partial-Inflorescenz. Wenn jene ohne Stützblatt gewesen wäre, ließe sie sich ohne Zwang als Terminalblüte deuten; jetzt ist sie aber, ganz wie die zwei anderen Axen am Grunde von einem Hochblättchen gestützt, das mit den Stützblättern jener anderen Axen scheidenartig verwachsen ist. Außerdem ist sie wie alle anderen Blüten am Ovariengrunde mit 2 Hochblättchen versehen.

Die jüngsten von mir beobachteten Entwicklungszustände haben mir keine Aufschlüsse gegeben, und die Größenunterschiede der Blüten sind so unbedeutend, dass daraus nichts zu schließen ist. Bei einer Trichotomie ist die isolirt stehende, auch mehr mediane Blüte doch gewöhnlich die größte (vergl. Fig. 8) und zuerst sich öffnende, was wohl darauf deuten möchte, dass sie die Hauptaxe darstellt. Wenn ein Größenunterschied sich zwischen den anderen beobachten lässt, sind es gewöhnlich die gegen das stützende Laubblatt schauenden, welche die größten sind. Nach alledem wird es wohl das richtigste sein, eine Di- oder Trichotomie mit vollständigem Abortus der Hauptaxe anzunehmen, wie solche wohl auch z. B. bei Linnaea borealis und bei der weiblichen Inflorescenz der Buche vorkommt.

Die Blüten. — Die Zahlenverhältnisse und der Bau der Blüten sind bekannt. Die 4, in der Knospe valvaten (Taf. VII, VIII, Fig. 5, 6), reich mit Trichoblasten und mit dickwandigen Oberhautzellen versehenen Kelchblätter stehen in einem, in Relation zu dem Mutterblatte aufrechten Kreuze. Die medianen Kelchblätter sind größer als die lateralen, wenn Unterschiede vorkommen. Dass sie persistent sind und nach der Befruchtung etwas auswachsen, ist bekannt. Mit den Kelchblättern alterniren die 4, in der Knospe schwach conduplicaten, schnell abfallenden, stark behaarten Kronblätter (Taf. VII, Fig. 5—6). Baillon's Diagramm (Hist. des pl., 6, p. 284, Fig. 255) ist rücksichtlich der Knospenlage uncorrect. Trichoblaste kommen in den Kronblättern nicht vor. Ob das 8gliedrige Androeceum obdiplostemon ist, wage ich nicht zu sagen. Die Fruchtblätter stehen

auf dem Diagramm der »Flora Brasiliensis« tab. 90 transversal, bei Baillon dagegen median. Ich habe sowohl Jenes, wie Dieses gefunden, und auch diagonale Stellung, doch scheint transversale Stellung die häufigere. Doch wird die genaue Entscheidung dieser Frage unmöglich, so lange man nicht damit im Klaren ist, ob einige und welche von den Blüten terminal sind.

Innerhalb der Staubblätter findet sich ein 8-kerbiger Discus (Taf. VII—VIII, Fig. 7, *d*), von dem Baillon in seinem Längsschnitte (l. c. Fig. 256) gar keine Andeutung hat. Auch in anderen Punkten ist Baillon uncorrect, was man durch Vergleich meines Längsschnittes Fig. 7 mit seinem entsprechenden Fig. 256 sehen wird: die Ovarialfächer liegen tiefer als bei ihm abgebildet[1]), und der Griffel ist ganz verfehlt (vergl. auch seinen Text p. 286). Ebenso findet man bei Baillon keine Andeutung von einem eigenthümlichen, an Lufträumen sehr reichen, fast wie aus verflochtenen Fadenalgen bestehenden losen Gewebe, das sich gerade unter den Ovarialfächern befindet; es ist auf meiner Fig. 7, Taf. VII—VIII mit *a* bezeichnet. Während der Samenentwickelung wird es zum Theil vom Samen verdrängt. Dasselbe Gewebe kommt auch bei anderen Rhizophoraceen vor, z. B. Bruguiera und Rhizophora stylosa nach Griffith's »Notulae« p. 670 und p. 666[2]).

Die Staubblätter verdienen eine ganz specielle Erwähnung. Du Petit Thouars war einer der ersten, der ihren sonderbaren Bau beobachtete (l. c. p. 34). Sie sind früher oft abgebildet worden, recht gut z. B. von Engler in der »Flora Brasiliensis«, weniger gut dagegen bei Baillon. Sie haben eine sitzende, verlängerte, von einem breiteren Grunde nach oben sich verjüngende Anthere, die den Botanikern schon längst wegen der zahlreichen kugeligen, unordentlich gestellten Pollenräume auffallend gewesen ist; die Benennung »vielräumig« ist sehr zutreffend, und nicht ohne Grund hat man sie seit Du Petit Thouars mit denen von Viscum[3]) verglichen, welches wohl wiederum zur Hinführung der Rhizophora zu der Familie der Loranthaceen beigetragen hat.

Der Querschnitt der Anthere ist ungefähr dreieckig-eiförmig (Taf. VII, VIII, Fig. 5 u. 27), mit einer abgerundeten Kante nach innen gewendet. An beiden Seiten sieht man eine sehr sanfte Einbuchtung, und in dieser liegt

---

1) In Benth. et Hook. Gen. I, 679 wird das Ovarium »seminiferum« genannt; es ist völlig »inferum«, weil die Fächer ganz unter der Insertionslinie der anderen Blätter liegen.

2) »Below the ovula is much lax filamento-cellular substance, a provision for the rapid growth of the embryo«. Vergl. seine Pl. 640, Fig. 11. Griffith's Zeichnungen sind bedeutend correcter als z. B. Baillon's. Seine Erklärung der Bedeutung jenes losen Gewebes dürfte dagegen kaum richtig sein.

3) Vergl. z. B. Du Petit Thouars, Notice p. 35; Jussieu, Ann. du Mus. 12, p. 285, tab. 27 und Decaisne, Mém. sur le Gui, 1840. Noch kennt man die Entwicklungsgeschichte der Viscum-Anthere nicht, welche Untersuchung doch für einen in einem Viscumreichen Lande wohnenden Botaniker eine leichte sein würde.

die Aufspringungssutur, ganz der in gewöhnlichen Antheren vorkommenden entsprechend. An Seitenansichten von der Anthere sieht man sie ebenfalls recht deutlich (Taf. VII—VIII, Fig. 21). Auch vorne, in der Medianlinie der Anthere, sieht man bisweilen recht deutlich eine Einbuchtung (vergl. Fig. 19), welche der medianen, die beiden Antherenhälften trennenden Furche einer gewöhnlichen Anthere entspricht; aber diese Einbuchtung ist jedenfalls äußerst schwach, und gewöhnlich ist sie ganz verwischt; selbst wenn die Pollenräume sich im unteren Theile der Anthere recht deutlich zu beiden Seiten einer median liegenden schwachen Furche ordnen (Taf. VII—VIII, Fig. 22), wird man doch oft finden, dass die Anthere in ihrem oberen Theile eine genau mediane Reihe von Pollenräumen trägt (dieselbe Figur); in Übereinstimmung hiermit zeigt der Querschnitt Fig. 27 links nur außerhalb der Mediane liegende Fächer, der Querschnitt rechts dagegen ein medianes Fach. Das Aufspringen findet also in den beiden seitlichen Suturen statt, und man findet wie an gewöhnlichen Antheren jederseits an dem hinteren oder äußeren Rande eine vorwärts gerichtete Klappe; die beiden anderen Klappen, die in der Mediane vorne sich begegnen und nach hinten gerichtet sind, vereinigen sich dagegen bei Rhizophora in eine einzige, die sich auch oben loslöst oder ganz abfällt. Im Ganzen ist die Anthere also »trivalvis« zu nennen. Fig. 23 zeigt rechts die eine hintere Klappe, links die vordere median liegende, die sich oben noch nicht ganz getrennt hat. Der bisher unverstandene Bau[1]) der Rhizophora-Anthere ist also recht leicht in Übereinstimmung mit einer gewöhnlichen Anthere zu bringen, wenigstens was diesen Punkt betrifft.

Die andere Eigenthümlichkeit der Anthere sind die vielen Pollenräume. Die Figuren 21 u. 22, sowie 5 u. 27 der Taf. VII—VIII zeigen die Vertheilung derselben. Auch dieses lässt sich recht natürlich erklären, wenn man die Entwicklungsgeschichte kennt. Diese habe ich so weit verfolgt, dass mir die wichtigsten Stadien bekannt sind.

Fig. 19 (Taf. VII—VIII) zeigt den vorderen Theil des Querschnittes durch eine junge Anthere, die fast auf demselben Stadium ist wie die daneben rechts abgebildete. In der noch aus einförmigem Parenchym gebildeten Anthere findet ganz deutlich derselbe Zelltheilungsvorgang statt wie in gewöhnlichen Antheren: die subepidermale Zellschicht theilt sich durch perikline und antikline Wände, es bildet sich ein von Gruppen mehr oder weniger deutlich radiär geordneter Zellen bestehendes Gewebe (vergleiche den älteren Zustand, Fig. 20, aus der hinteren Ecke einer Anthere; An den Seiten findet nämlich dieselbe Entwickelung statt wie vorne). In dem Übersichtsbilde Fig. 19 deuten die dunkleren Partien das in Theilung begriffene Gewebe an; die gewöhnlichen 4 Pollenfächer sind deutlich angelegt.

1) Vergl. z. B. Baillon, Hist. p. 286: »une anthère . . . à deux loges déhiscentes suivant leur longueur d'une façon toute particuliere«.

Die erste Abweichung von dem gewöhnlichen Verhältnisse ist nun die, dass die beiden der Mediane benachbartesten Pollenfächer nicht voneinander getrennt werden; indem der Zelltheilungsprocess sich über die Mediane hin fortsetzt, verschmelzen sie. Die zweite Abweichung ist dann die, dass nicht die ganze innere Masse des neugebildeten Gewebes wie sonst als pollenerzeugende »Urmutterzellen« differenzirt wird; nur an einigen Stellen schreitet die Entwickelung bis zur Bildung von Pollen fort, an anderen wird sie gehemmt, und diese stellen dann die Wände dar, welche jene, die zahlreichen kugeligen Pollenbehälter, von einander trennen. Selbst an einer so weit entwickelten Anthere, wie Fig. 29 (Taf. VII—VIII) wird man die radiäre Anordnung der Zellen in der die beiden Pollenräumchen trennenden Gewebeschicht noch recht gut conservirt finden.

Die fernere Entwickelung der Pollenkörner, der Antherenwand u.s.w. bietet nichts Ungewöhnliches dar. Die Viertheilung des Protoplasma wird vollendet, ehe die Wandbildung statt hat. Fig. 29 zeigt, dass sich eine Tapete um jedes Fächerchen bildet, ganz wie in einem gewöhnlichen Loculamente, und die Größe der subepidermalen Zellen deutet an, dass diese sich als fibröse Zellen ausbilden werden, welches wir denn auch in Fig. 28 (wo die Wandverdickungen doch in der Lithographie nicht deutlich hervortreten) und Fig. 27 deutlich sehen.

Die verschiedenen Fächerchen entwickeln sich nicht gleichzeitig; man wird z. B. in einer und derselben Anthere Räume finden, deren Staubkörner schon isolirt sind, während sie in anderen noch in Tetraden vereinigt liegen, und in noch anderen sind die Pollen-Mutterzellen noch ganz ungetheilt. Eine ähnliche Ungleichzeitigkeit findet sich auch bei Viscum (Schacht, Lehrb. I, 82).

Aus dieser Entwickelungsgeschichte in Verbindung mit dem Umstande, dass andere Gattungen von Rhizophoraceen, z. B. Cassipourea (Flora Brasil. taf. 91) und die anderen Legnotideae (nach Benth. et Hooker's Genera) normale 4-thecische Antheren besitzen, geht ganz sicher hervor, dass die Anthere von Rhizophora durch Hemmung gewisser Partien des pollenbildenden Gewebes in seiner Weiterentwickelung vielfächerig geworden ist; auch die übrigen Eigenthümlichkeiten sind so leicht verständlich, dass wir sie mit großer Bestimmtheit auf den gewöhnlichen 4-fächerigen Antheren-Typus zurückführen können.

Was dieser Deutung besonders günstig ist und wohl zugleich die nahe Verwandtschaft der Rhizophoraceen mit den Onagrarieen documentiren möchte, ist die Thatsache, dass (nach Barcianu in Schenck und Luerssen's Mittheilungen, 2. Bd.) die Gattungen Clarkia, Eucharidium und Gaura durch Querwände in ähnlicher Weise gefächert werden, während Circaea nur unvollständige und die anderen Gattungen gar keine Querwände haben. Man könnte vermuthen, dass dieser bei Rhizophora so stark hervortretende Bau in Zusammenhang mit den anderen merkwürdigen biolo-

gischen Verhältnissen derselben steht, wenn man sich erinnert, dass die Myrsinacee Aegiceras, die auch zu der Mangrovevegetation gehört, eine ähnliche Anthere hat[1]). Doch ist dieses weniger wahrscheinlich, wenn man bedenkt, dass ähnliche Bauverhältnisse bei den Mimosaceen (siehe ENGLER in PRINGSH. Jahrb. Bd. 10, Beiträge zur Kenntniss der Antherenbildung der Metaspermen), bei Viscum und den Orchideen (Phajus, Bletia etc.), wohl auch, ob zwar im geringeren Grade, bei Lauraceen wiederkehren. Dass ontogenetische Untersuchungen bei fast allen diesen Pflanzen, sowie auch betreffs der sonderbaren Anthere von Rafflesia höchst wünschenswerth sind, ist selbstverständlich. Jedenfalls dürfte die Vielfächerigkeit bei diesen Pflanzen ein phylogenetisch jüngeres Stadium repräsentiren, nicht einen uralten Zustand, der etwa dem des Cycadeenstaubblattes zu vergleichen wäre.

Unter den Kryptogamen findet sich wenigstens eine Pflanze, die eine ganz analoge Entwickelung darbietet, nämlich Isoëtes; die sogenannten »Trabeculae« sind eben solche sterile Gewebeplatten, die zwischen den fertilen (»sporogenen«), mit welchen sie gemeinsamen Ursprung haben, gelagert sind, und die das Sporangium in Fächer theilen (cf. GOEBEL, Bot. Ztg. 1880, p. 564).

Die Ovula und die Samenbildung. — Das Ovarium der Blüte ist ganz unterständig (Taf. VII—VIII, Fig. 7); während der Fruchtbildung entwickelt der obere Theil sich aber so mächtig, dass der größere Theil der Frucht oberständig wird (Taf. VII—VIII, Fig. 30, 31, 32 etc.).

In der Fruchtknotenwand findet sich eine Schicht von Zellen mit gelben, wahrscheinlich harzartigen größeren und dunkleren Kugeln, welche sich durch Alkanna stark dunkelroth färben (*h* in Fig. 7, Taf. VII—VIII). Die harzführenden Zellen liegen, an Querschnitten beobachtet, in Querreihen von 11—12 in einer Reihe und sind in radialer Richtung gestreckt.

In jedem der zwei Räume des Ovariums finden sich zwei vom obern Theile der mittelständigen Placenta herabhängende anatrope und epitrope Ovula (Taf. VII—VIII, Fig. 7); die Mikropyle ist also aufwärts gerichtet, die Raphe nach der Placenta hin. Das einfache Integument ist dick, der Nucellus ebenso kräftig nach Art der Monokotylen und dialypetalen Dikotylen (Taf. VII—VIII, Fig 10).

Der durch den Funiculus verlaufende Gefäßstrang verzweigt sich stark handförmig beim Eintritt ins Integument (Taf. VII—VIII, Fig. 17). Der Xylemtheil dieser Stränge ist unbedeutend, der Phloemtheil dagegen groß. Die später aus dem Integumente hervorgehende Samenschale ist dick und schwammig, hauptsächlich aus ziemlich einförmigem Parenchym gebildet. Von Stärke oder anderen Nahrungsstoffen keine Spur. Die Differenzirung

---

1) »Antherae lanceolatae . . . ., loculis transverse septatis, introrsum longitudinaliter dehiscentibus«: BENTH. et HOOK. Gen. II, p. 648. — Vergl. ROB. BROWN, über Rafflesia.

der Schale ist also so gut wie keine, was man ja auch von einem Samen erwarten durfte, der nie das mütterliche Gehäuse verlassen soll. Dagegen ist durch die reiche Gefäßstrangverzweigung für eine reichliche Nahrungszufuhr gesorgt. Löst man die Schale von der Fruchtwand los, dann zeigt sie eine glatte, glänzende Oberfläche.

Die Samenschale ist bei den verschiedenen Autoren verschieden aufgefasst und bezeichnet worden. JACQUIN nennt sie ganz einfach »calyptra«, weil sie kapuzenförmig die Spitze des später so stark auswachsenden Keimblattes umgiebt; sie ist nach ihm »corpus campanulatum (siehe meine Fig. 31 *t*, Taf. VII—VIII) cavum, aurantiacum, substantiae glandulosae teneraeque, capiti cruris pilei adinstar impositum« (l. c. p. 143). GÄRTNER nennt sie »albumen calyptraeforme, aurantiacum, glanduloso-carnosum«. Bei PLUMIER heisst sie »pileolus«. BAILLON schreibt (Histoire des pl. p. 286): »La graine est remarquable par la façon dont se comporte son embryon charnu, dépourvu d'albumen, mais souvent entouré d'une matière molle qui semble en jouer le rôle«; diese »matière« muss wohl die Samenschale sein. Ebenso heisst es in »Adansonia« 3, p. 32: »Il est très certain encore, qu'on ne peut comparer qu'à un albumen la masse charnue qui entoure l'embryon des Rhizophora«.

Carallia hat nach GRIFFITH ein doppeltes Integument. BAILLON sagt (Hist. des pl.) von den Ovulis der Rhizophora: »leur épaisse enveloppe est double«. Sollte dies vielleicht bei anderen Arten vorkommen, oder ist es eine Ungenauigkeit? Ich hatte früher (Botan. Notiser) dasselbe geschrieben, es ist aber für Rh. Mangle unrichtig.

Der Keimsack. — Mein Material hat mir nicht erlaubt, einen Keimsack zu finden, in dem die Inhaltszellen nicht mehr oder weniger zerstört waren, und über Zahl und Arrangement der Antipoden und Synergiden vermag ich nichts mitzutheilen. In dem Taf. VII—VIII, Fig. 10 abgebildeten Ovulum waren zwei Primordial-Zellen im oberen Ende des Keimsackes zu sehen. Die übrigen im Keimsack abgebildeten Körper sind Sphaerokrystalle[1]).

Von den vier Eichen kommt selten mehr als ein einziges zur Entwickelung; die abortirten finden sich in der Frucht als bräunliche Körper (vergl. Taf. VII—VIII, Fig. 24 *ov*, 36 u. 40).

Über die ersten Stadien der Keimbildung und Eiweißbildung haben meine Materialien mir merkwürdig genug gar keine Aufschlüsse liefern wollen. Sogleich nach dem Verblühen, wenn der Fruchtknoten noch sehr

1) Sphaerokrystalle finden sich auch im Sameneiweiß. Im Wasser lösten sie sich nicht. Dagegen lösten sie sich in Kalialkohol langsamer, in Salzsäure schnell, nachdem sie deutlich radiär gestreift geworden waren. Sie sind wie z. B. die Inulin-Sphaerokrystalle radiär gestreift. Es dürfte bemerkenswerth sein, dass TREUB bei der Rhizophora biologisch ähnlichen Avicennia ebenso Sphaerokrystalle gefunden hat, theils im Keimsack, theils im Endosperm.

wenig geschwollen ist, habe ich den Nucellus in unregelmäßiger, von innen fortschreitender Resorption gefunden; der Auflösungsprocess kann sogar schon in die Chalaza niedergedrungen sein; im Innern der Höhle lagern eingeschrumpfte Protoplasmareste (Taf. VII—VIII, Fig. 15 u. 16).

Rhizophora wird gewöhnlich als eiweißlos betrachtet; die Tribus Rhizophoreae bei Hooker und Bentham (Genera, p. 678) hat: »Embryo exalbuminosus«, während die Legnotidae einen »Embryo albumine carnoso immersus« haben. Was z. B. bei Gärtner als Albumen betrachtet wird, scheint die Samenschale zu sein. Ein Albumen findet sich aber, was schon Tulasne richtig beobachtet zu haben scheint, indem er (Florae Madag. fragm. p. 108) schrieb: »Tegmen seminis Rhizophorearum, etsi hoc aperispermicum dicitur, strato crasso parenchymatoso, ex albumine saltem transitorio introrsum vestitur, quod embryo . . . . increscens mox totum absumpsit«. Meine Fig. 11 u. 13, Taf. VII—VIII, zeigen uns die Ovula weiter entwickelt; der Nucellus ist jetzt verschwunden (in Fig. 13 scheint doch ein kleiner Rest aus der Mikropylargegend übrig zu sein), und der vorher vom Nucellus erfüllte, nun außerdem durch Resorption der Chalaza erweiterte Raum ist von einem dünnwandigen und klaren Gewebe ausgefüllt, in Fig. 13 ganz, in Fig. 11 nur an der Peripherie; die Zellen der unteren und oberen Theile sind stark radiär gestreckt, und selbst an den Seiten strahlt das Gewebe mehr oder weniger radiär aus, ganz wie so oft im Albumen. Es lässt sich dieses Gewebe auch mit Sicherheit als Albumen deuten, wenn man sieht, dass der Embryo in demselben eingeschlossen liegt (Fig. 13).

Dieses Albumen grenzt nicht überall dicht an die umgebenden Theile des Ovulum; bald ist es an den Seiten von diesen getrennt (Fig. 13), bald zugleich oder nur am unteren Ende. Dagegen haftet es immer sehr fest an der Mikropyle. Es ist immer sehr hell, scheinbar von Inhaltsstoffen leer und unterscheidet sich leicht von dem umgebenden Gewebe durch seine viel größern Zellen; Stärke habe ich nie gefunden, aber Sphaerokrystalle bilden sich in ihm; es ist offenbar kein Speicher für Lagernahrung, und seine weitere Entwickelung zeigt auch etwas ganz ungewöhnliches.

Es wächst nämlich bald diese, ursprünglich ganz im Nucellus eingeschlossene Masse aus der Mikropyle hervor und breitet sich seitlich über das Integument aus, fließt fast an den Seiten desselben herab. Einen jüngeren Zustand sieht man in Fig. 14, das Albumen sieht eben aus der Mikropyle hervor; einen etwas älteren in Fig. 24, es liegt jetzt als eine dünne, weißliche, gefaltete Kappe (*a* der Figur) über dem oberen Ende des jungen Samens ausgebreitet, ganz wie ein Mikropylar-Arillus, und ist auch in der Mikropyle selbst befestigt. Bis etwa $^2/_3$ der Samenoberfläche kann von diesem Albumen-Arillus bedeckt werden. Später wird er von dem heranwachsenden Keim perforirt (Taf. VII—VIII, Fig. 18, 30 *B*, u. 36, an welcher letzteren Figur der obere Theil desselben zurückgeschlagen ist). Sein Rand ist dünn und läuft oft in haarförmige Zellen aus. In der Mikro-

pyle liegt es so innig an das umgebende Gewebe geheftet, dass es sich nicht losreißen lässt; nach hinten im Innern des Samens (der Chalaza zu) liegt es dagegen, wie schon gesagt, ganz lose.

Das Albumen von Rhizophora ist also ein großes, helles, anscheinend Nährstoffe gänzlich entbehrendes Gewebe, das aus der Mikropyle hervorwächst und sich wie ein Mikropylar-Arillus über das Ovulum ausbreitet. Es ist dieser Arillus schon früher oft beobachtet worden, aber ohne als Albumen aufgefasst zu werden, z. B. von GAUDICHAUD (»arille funiculaire«), TULASNE und BAILLON; und dieselbe Bildung kommt auch bei anderen Gattungen vor; vergl. z. B. BAILLON in Adansonia 3, p. 26 über Cassipourea: ». . . on voit un obturateur celluleux se développer au dessus de chaque ovule, absolument comme dans un Phyllanthus ou un lin. Cette croissance placentaire repond donc au hile des ovules«, ». . . dans les Rhizophora cette hypertrophie gagne d'une manière regulière toute la partie supérieure de la primine, de sorte que cette membrane forme au dehors des portions centrales de l'ovule un sac d'une très grande épaisseur«. TULASNE kennt auch den Arillus von Cassipourea (l. c. p. 120); diese Bildung dürfte doch wohl identisch mit dem Rhizophora-Arillus sein. Sollte es aber auch möglich sein, dass die »Alae« der geflügelten Samen von Macarisia vom Albumen herstammen sollten? Nach BAILLON (l. c. p. 27 u. 48) verlängert sich die Mikropyle »hypertrophisch« röhrenförmig, wird nachher flach und bildet sich zu einem Flügel um [1]).

Die meisten arillösen Bildungen dienen wohl als Samen-Aussäungsmittel, um die Thiere zum Fressen herzulocken; sie sind desshalb fleischig und gefärbt (Myristica, Casearia, Euonymus etc.). Bei Rhizophora wird das extraovulare Albumen wahrscheinlich dazu dienen, als Saugorgan dem Keimlinge Nahrung von der Mutterpflanze zuzuführen.

Es ist recht merkwürdig und zeugt dafür, dass dieses Albumen-Hervorwachsen mit den übrigen biologischen Eigenthümlichkeiten in Verbindung steht, der Umstand, dass man bei einer anderen lebendiggebährenden Pflanze dasselbe findet, nämlich Avicennia (vergl. TREUB, Annales du Jardin botanique de Buitenzorg, vol. 3 (1882), p. 79). Es finden sich jedoch mehrere Abweichungen; das Albumen tritt ganz aus dem Ovulum heraus und führt

1) Er schreibt (l. c. p. 48): »Voici donc une aile, qui mériterait à proprement parler le nom d'arillode, car son existence est due à une hypertrophie de la région micropylaire de l'ovule. Dans la plupart des plantes dont nous allons rapprocher le Macarisia, cette region de l'ovule s'hypertrophie également à partir de l'époque de l'anthèse, mais elle demeure charnue et épaisse comme sont d'ordinaire les arilles«. — TULASNE scheint das Sameneiweiß für ein inneres Integument gehalten zu haben (?); er schreibt (l. c. p. 110) von Rhizophora mucronata: »tegumentum externum atrum, crassum . . ., internum membranaceum, tenue, albens, mox e testa sub stylo lacera lateque aperta longe productum«, er ist davon jedoch nicht überzeugt, dass es als solches zu betrachten ist, vielleicht nur als ein Theil des äußeren (ibid. p. 111).

den Keim mit sich, und dieser tritt zuletzt auch mit den Keimblättern aus dem gesprengten Eiweiß hervor, während das Wurzelende im Endosperm eingeschlossen bleibt. Auch ist das Albumen nicht wie der Rhizophora-Arillus entwickelt, hat aber doch in sofern mit dem von Rhizophora eine Ähnlichkeit, als lange »filaments cellulaires« sich auf dem an das Radicularende grenzenden Theile desselben entwickeln (TREUB's Pl. 15, Fig. 9). Avicennia ist auch nicht in demselben Grade lebendiggebärend wie Rhizophora.

Die Frucht von Rhizophora ist bekannt als zäh und fest wegen der vielen Steinzellen und Trichoblasten; sie dient als Schutz für den Keim. Stärke oder andere abgelagerte Nahrungsstoffe kommen nicht vor.

Der Keim. — Die jüngsten Stadien habe ich nicht beobachtet. Ein recht junges Stadium findet sich in Fig. 13 (rechts), Taf. VII—VIII, dargestellt. Später bekommt der Keim ein mehr herzförmiges Aussehen und ist mit einem deutlichen Embryoträger versehen (Fig. 14, Taf. VII—VIII); dieser besteht aus 2 bis mehreren Zellreihen. Auf etwa diesem Stadium und den nächstfolgenden wird die größte Masse des Keimes aus dem Keimblatte gebildet; Wurzel und Stamm sind noch ganz unbedeutend (Taf. VII—VIII. Fig. 24 u. 34).

Rhizophora hat scheinbar nur ein Keimblatt. Wie dieses entsteht, ob es wirklich nach monocotyledoner Art nur einfach ist, oder aus zwei oder mehreren verschmolzenen besteht, vermag ich nicht zu sagen. Verschiedene Schriftsteller nehmen das letztere an, z. B. BAILLON, DU PETIT THOUARS[1]); für diese Annahme spricht, dass andere Rhizophoraceen mehrere, getrennte Keimblätter haben, z. B. Bruguiera. Als Keimblätter muss auch ich die vier Blätter deuten, welche an der Spitze des in Fig. 5, Taf. IX—X abgebildeten Bruguiera-Keimes zu sehen sind, indem die ringförmige Figur, welche unterhalb derselben angedeutet ist, so viel ich an dem trocknen, schlecht conservirten Material sehen kann, keine Narbe, sondern nur eine durch den Druck der umgebenden Frucht hervorgerufene Einschnürung ist[2]). Diese Keimblätter lösen sich dann auch nicht, wie bei Rhizophora, am Grunde von dem Stengel ab, sondern müssen beim Abfallen des Keimes mitfolgen.

---

1) BAILLON (Hist. d. pl. 6, 286): »Ses cotyledons sont conferruminés«. THOUARS (Notice etc. p. 39): »Les cotyledons réunis en un seul corps«. Dieselbe Auffassung hat GAUDICHAUD (Recherches p. 85).

2) Bruguiera Rheedii hat nach TULASNE (Fl. Madag. p. 115): vier verticillate, dicke, dreieckige, gleich große, aufrechte und freie Keimblätter. GRIFFITH schreibt (Notulae p. 670): »cotyledones hemisphaericae spongioso-cellulosae«. In einer Note fügt TULASNE hinzu: »Bruguierae nostrae, si malueris, erunt cotyledones 2 aequales oppositae et singulatim alte 2-partitae, segmentis omnibus paribus et discretis«. Cassipourea hat 2 Keimblätter. GAUDICHAUD (l. c. p. 84) schreibt von Bruguiera »4 cotyledons«.

Wenn gewisse ältere Schriftsteller von mehreren Keimblättern bei Rhizophora sprechen, meinen sie damit die Blätter der Plumula, so Gärtner (de fruct. et sem. I, p. 213): »cotyledones quatuor aut sex, foliaceae, plicato-convolutae in conum gracilem subulatum convergentes«; das eigentliche Keimblatt heißt bei ihm »vitellus«, bei Jacquin »crus«, bei Plumier »caput«. Du Petit Thouars hat schon eine ganz correcte Auffassung von der Plumula.

Das Keimblatt des in Fig. 34, Taf. VII—VIII abgebildeten Keimes zeigte sich an der Spitze etwas ausgehöhlt, als ob es aus mehreren verwachsenen gebildet wäre. Querschnitte durch den oberen Theil eines Keimblattes zeigen aber einen durchaus soliden Körper, dessen Gefäßstränge mehr oder weniger regelmäßig ringförmig geordnet sind. Querschnitte durch den unteren, wie Fig. 31, Taf. VII—VIII zeigt, hohlen Theil eines alten Keimblattes zeigen uns einen zusammenhängenden Ring mit Gefäßsträngen ohne Andeutung irgend einer Sutur (Taf. VII—VIII, Fig. 35); im Bau des Keimblattes findet sich somit Nichts, was auf eine Verschmelzung von zwei oder mehr Blättern hindeuten könnte.

Die Fig. 33, Taf. VII—VIII, zeigt uns das junge Keimblatt in folgender Form: es hat einen oberen etwas gekrümmten, kegelförmigen, gelblichen Theil, Jacquin's »Kopf« (caput); wird darauf eingeengt und weitet sich endlich wieder zu einem unten hohlen, die plumula (*pl*) überwölbenden Theile aus. Vergleicht man damit das ausgewachsene Keimblatt Fig. 31, das schon von dem herabgefallenen Reste des Keimes getrennt ist, findet sich Folgendes: der obere Theil ist unverändert und erhält also sehr früh seine definitive Form und Größe; der untere Theil hat sich dagegen ganz bedeutend verlängert und in zwei Theile differenzirt, einen unter dem Kopfe liegenden erweiterten, bisweilen scharf hervorspringenden Theil und den langen unteren, theilweise aus der Frucht hervorragenden, fast cylindrischen, ganz unten hohlen Theil.

Der obere Theil wird von Jacquin beschrieben als »caput incurvum obtusum ex luteo aurantiacum«; er ist reich an Krystalldrusen, hat dagegen keine Trichoblaste und ist in seiner Peripherie ganz stärkefrei, während das Innere recht reich an Stärke sein kann. Seine ganze Oberfläche ist mit Drüsenhaaren so dicht besetzt, dass eine fast continuirliche Schicht von solchen gebildet wird. Radiale Längsschnitte geben ein Bild wie Fig. 25, Taf. VII—VIII. Eine regelmäßige schichtweise Zelllagerung kommt nicht vor; selbst eine Epidermis existirt nicht; aber alle Zellen in den äußersten Theilen sind durch zahlreiche, besonders radiäre Wände getheilt, ganz wie in vielen secernirenden Geweben, und die alleräußersten wölben sich mehr oder weniger hervor. Quertheilungen durch perikline Wände kommen äußerst selten vor.

Weiter hinab, z. B. an dem etwas aufgeschwollenen Theile, stehen die secernirenden oder aussaugenden Zellen nur zerstreut und gruppen-

förmig vertheilt als echte, sitzende Drüsenhaare, die von oben gesehen ein Bild wie Fig. 26, Taf. VII—VIII darstellen; in jedem Kopfe finden sich 2—5 Zellen. Noch weiter unten fehlen solche Haare ganz.

Der obere Theil des Keimblattes bis etwa soweit hinab, als es noch von der Samenschale und dem Arillus bedeckt ist, dürfte somit als ein Saugorgan betrachtet werden, welches die Nahrung von der Mutterpflanze dem Keimlinge zuführt. Ganz ähnliches Gewebe findet sich z. B. an der großen aufgeschwollenen, das Albumen auflösenden und aussaugenden Spitze des Keimblattes von Cocos.

Im Innern dieses »Kopfes« des Keimblattes finden sich Stärke und zahlreiche Leitbündel. Dieser Keim bietet eine Illustration zu der Thatsache, dass die Wege der Stärkewanderung scheinbar ganz unterbrochen sein können, denn in den das Keimblatt oder den Keim überhaupt umgebenden Geweben findet sich nie Stärke. Die Fruchtwand ist reich an Trichoblasten und Krystallen aus Calciumoxalat, ihre Zellen scheinen aber sonst leer zu sein, enthalten keine Stärke, färben sich äußerst wenig durch Jod. Der untere, zuletzt aus der Frucht hervorschauende Theil des Keimblattes (vergl. Fig. 32 mit 31, Taf. VII—VIII) ist als schützendes Organ ausgebildet. Hier finden sich zahlreiche Trichoblaste, die Oberhaut ist glatt und glänzend, aus stark verdickten Zellen bestehend. Dieser Theil ist zugleich chlorophyllführend und hat ursprünglich reichlich Stärke aufgespeichert, die jedoch nach dem Abfall des Keimlings verschwunden ist.

Die Keimung. — Über die Keimung spricht sich Jacquin folgendermaßen aus (l. c. p. 144): »Porro ex institutis attente observationibus collegi, a floris foecundatione ad perfectam fructus maturitatem annum ferme elabi. Primi mensis spatio in medio flore pisum vix aequat; rudior evadit calyx viridiorque; petala et stamina absunt; caeterum flos vix mutatur. Tertio mense prodit seminis apex (vergl. meine Fig. 30 *A*, Taf. VII—VIII), qui per duos menses parvus persistit donec adolevit pericarpium. Protrudi pergit deinde semen singulis mensibus circiter ad sesquipollicem (vergl. meine Fig. 32). Currente decimo crus in conspectum venit (Fig. 1, Taf. IX—X), caditque circa duodecimum maturum semen« (Fig. 31, Taf. VII—VIII).

Wir haben hier eine mit Zeitangaben versehene Schilderung des Hervorwachsens des Keimes von dem Zeitpunkte, als er als ein »mucro viridis«, wie es anderswo bei Jacquin heißt, außerhalb der Frucht ihre Spitze durchbohrend zum Vorschein kommt, bis zu der Zeit als er, das jetzt völlig entleerte Keimblatt in der Frucht zurücklassend, herabfällt.

Der zuerst, dem Keimblatte gegenüber, ganz unbedeutende hypocotyledonäre Theil wächst während der Keimung zu einem $^1/_3$—$^1/_2$ m. langen Körper aus[1]; bei einer anderen (?) asiatischen Art (deren Keim-

---

1) Über sein »Mangium Candelarium« (s. Rhizophora mucronata Lmk.) schreibt Rumphius (l. c. 109): ». . . ex qua fructus formatur forma siliquae, sed major quam in ulla alia specie, binos enim vel binos cum dimidio pedes longa«.

linge im Riksmuseum zu Stockholm aufbewahrt sind) erreicht er sogar die Länge von fast 1 m. Dieser hypocotyledonare Theil ist bei Rhizophora Mangle immer ausgeprägt keulenförmig, und Figuren, welche ihn (nach trocknen Exemplaren) so cylindrisch darstellen wie die der »Flora Brasiliensis« (Fig. 18—20) sind entschieden unrichtig. Die Abbildung der »Flora Fluminensis« ist dagegen correct, obwohl das Radicularende zu spitz. Diese Keulenform scheint, wie viele Beschreibungen und Zeichnungen beweisen z. B. Griffith's »general remarks«, Notulae p. 662, Wight, Ic. 240) gerade charakteristisch zu sein für alle auf diese Weise keimende Rhizophoraceen (die Gruppe Rhizophoreae bei Bentham & Hooker, Gen. I, p. 678: Rhizophora, Ceriops, Kandelia, Bruguiera). Bruguiera weicht, wie es scheint, am meisten ab (Taf. IX—X, Fig. 5), indem der hypocotyledonare Theil hier weit kürzer und mehr spindelförmig ist[1]). Dass die Keulenform mit spitzem und festem Ende die zweckmäßigste sein muss, damit der Keimling sich am besten in den Schlamm hineinbohren kann, scheint klar; der Schwerpunkt wird in die untere Hälfte verlegt.

Der hypocotyledonare Theil wird von einigen Autoren »cauliculus« oder »tigellus« genannt, von anderen »radicula«[2]); nach meiner Auffassung ist er zum allergrößten Theil ein Stamm, und nur die später wurzelschlagende, relativ unbedeutende Spitze dürfte als Radicula aufzufassen sein (vergl. p. 543).

Während der Keim noch an der Mutterpflanze hängt, hat auch die zuerst unbedeutende Plumula (Taf. VII—VIII, Fig. 33 *pl*) sich zu einem conischen, aus zusammengerollten Laubblättern und Stipeln gebildeten Körper von etwa 1½ cm. Größe herausgebildet. Erst wenn die Trennung des Keimblattes von dem Cauliculus stattgefunden hat, wird es für sie möglich sein, das Licht zu schauen (Taf. IX—X, Fig. 2). Sie kann sich jetzt frei entfalten, sobald der Keim festen Fuß erhalten hat; der epicotyle Stengel streckt sich, immer viel dünner als der Cauliculus (Taf. IX—X, Fig. 10)[3]), und breitet seine Laubblätter aus.

Die Hauptwurzel scheint sich kaum zu entwickeln; jedenfalls habe ich nie den Cauliculus der jungen Pflanze unten in eine kräftige, dicke

---

1) Vergl. Griffith, Notulae tab. 641, 642; Hooker, Icones tab. 397, 398. Rumphius, tab. 68 (Mangium celsum), 69 (Mangium minus), 70 (Mangium digitatum), Lam., Encycl. pl. 397, Wight, Ic. 239.

2) So führt z. B. Schleiden Rhizophora an, als Beispiel einer Pflanze mit mächtiger Keimwurzel (Grundzüge, 4. Ausg. 533). Radicula wird der hypocot. Theil auch in »Flora Bras.« bezeichnet; Tulasne nennt ihn aber Cauliculus und bezeichnet die Radicula als klein. Als vorzugsweiser Stammtheil wird er auch von Gaudichaud (l. c. p. 84) betrachtet (»tigelle«, »merithalle tigellaire«) und von Du Petit Thouars (l. c. p. 39).

3) Du Petit Thouars, der eine so vorzügliche Beschreibung der Keimung gegeben hat, schreibt: »La nouvelle pousse . . . semble sortir de son intérieur comme un tube de lunette« (l. c. p. 35). Er hat auch die Plumula als eine solche bezeichnet, während sie wie oben schon angeführt von anderen als Cotyledonen aufgefasst wurde.

Pfahlwurzel fortgesetzt gesehen (Taf. IX—X, Fig. 10), und auch die von Anderen gegebenen Abbildungen von dieser und anderen Arten zeigen nur einen Büschel von zahlreichen dünnen Wurzeln [1]).

Für die schnelle Befestigung der kräftigen Keimpflanze würde es eben auch das Zweckmäßigste sein, solche kleine Wurzeln in großer Zahl zu produciren, und man findet denn auch, dass diese Wurzeln schon im Innern des noch mit der Mutter in Verbindung stehenden Keimlings angelegt sind, theils etwas hinter der Wurzelspitze, theils sogar gerade an dem wahrscheinlich jetzt erloschenen Vegetationspunkte derselben (Taf. IX—X, Fig. 25 *k*). Auch in diesem Punkte stimmt Avicennia mit Rhizophora überein; nach Treub (Ann. du jardin bot. de Buitenzorg 3, p. 85) finden sich Nebenwurzeln, gewöhnlich in einer Anzahl von vier, am unteren Ende der hypocotylen Axe: »de jeunes plantules, qui sont sur le point d'échapper du fruit, présentent à leur extrémité inférieure une couronne de racines adventives; la radicelle même ne s'est pas allongée«. Dass diese Übereinstimmung zwischen den beiden Pflanzen eine biologische ist, dürfte unzweifelhaft sein. Die z. B. bei Gramineen vorkommende Mehrzahl von Nebenwurzeln muss ebenso als für die schnelle Befestigung des Keimes äußerst zweckmäßig sein. Dass andere Wasser- und Sumpfpflanzen, sowie übrigens auch Landpflanzen, sich durch zahlreiche und lange, am Collum entwickelte Wurzelhaare vorläufig bis zur Bildung eines solideren Mittels befestigen, habe ich in der »Botan. Zeitung« 1882 (»Botan. Notizen«) erwähnt; solche Haare würden hier aber viel zu schwach sein, und Wurzelhaare scheinen überhaupt nie bei Rhizophora Mangle gebildet zu werden.

Eggers hat die Beobachtung gemacht (l. c. 180), dass die Wurzelentwickelung nicht von einem bestimmten Reifungsgrade abhängig ist, denn bei einem Versuche zeigte es sich, dass selbst junge Keime von wenigen Zoll Länge, nachdem sie einige Wochen in einem mit Schlamm und Salzwasser gefüllten Eimer gestanden hatten, Wurzeln in eben so großer Menge entwickelten wie andere, die freiwillig von der Mutterpflanze sich losgelöst hatten. Selbst einige in seinem Herbarium liegende Keimlinge zeigten Zeichen zur Wurzelbildung.

Bald bilden sich die stützenden, aus dem oberhalb des Schlammes oder des Wassers befindlichen Stengeltheile hervorspringenden Luftwurzeln. Jacquin schreibt über den Keimling Folgendes (p. 144): »Radices tempore lignosae evadunt; et, sive has alluens perpetuo transiensque mare,

---

1) Vergl. Catesby, Carolina, vol. 2, 63 und Rumphius, Herb. Amb. 3, Rhizophora mucronata. Tab. 72 »Mangium candelarium«: »radices ex ejus apice emittit«. Jacquin sagt (p. 144): »Seminis igitur apex . . . . . ex suis lateribus emittit radices paucas, fibrosas, lentas atque horizontales«. Gaudichaud bildet das Radicularende des Keimlings Taf. 7, Fig. 36 ab.

limum, arenasve alio abripiendo, causa sit; sive re ipsa radices sursum aeque ac deorsum in incremento elongentur, post paucos menses solo altiores arcuumque in modum sustentare arbusculo truncum elevatum conspiciuntur«. »Vixdum bipedalem vel tripedalem altitudinem attigit, ramusculisque ornata aliquot comam formavit; quin e trunco, loco prioribus paulo altiori, novae radices prorumpant, quae terram versus arcuatae, eidemque tandem immissae, nutriendo et fulciendo arbori inserviunt«.

Es ereignet sich nach Jacquin, dass der Keim mit der Plumula noch in der Frucht eingeschlossen herabfällt; in diesem Falle geht er aber zu Grunde.

Der Boden oder die Wasserhöhe unter den Bäumen kann natürlich ganz verschieden sein, und wohl wird es sich ereignen können, dass die Keimlinge nicht unter oder neben dem Mutterbaume festen Fuß erhalten. In diesem Falle werden sie dann, da sie specifisch leichter als Wasser sind, von den Wellen und Strömungen herumgeführt werden, bis sie einen geeigneten Platz finden oder zu Grunde gehen; und auf diese Weise dürfte dieser Baum seine weite Ausbreitung erreicht haben. Die Wasserverbreitung ist offenbar das einzige Aussäungsmittel, denn weder durch den Wind noch durch ein Thier scheint es möglich, dass der schwere, geschmacklose und wohl auch gerbsäurereiche trichoblastreiche und zähe Keim verbreitet werden kann. Der Zweck des Lebendiggebärens scheint durch die Eigenthümlichkeiten der Localitäten klar zu werden; welche Samen dürften sich besser in dem Schlamm niederlassen und Keimlinge produciren als gerade solche von Rhizophora. Dass ihre Keimlinge mit recht großer Kraft herabfallen können, geht aus Jacquins Beobachtung hervor (l. c. p. 144): »Quaedam vidi in ipsas cecidisse aquas tres quatuorve pedes profundas earundemque fundo inhaesisse: verum ibine etiam crescere perrexerint, ignoro; in aqua semipedali abiisse in arbores, scio«.

Vergleichsweise kann die Keimung von Avicennia officinalis hier besprochen werden. Nach Treub sowie Kuntze (Um die Erde, p. 409) wird der Keim schon innerhalb der Frucht »lebensfähig entwickelt«; »es ist die zollgroße Frucht mit zwei grünen Keimblättern ausgefüllt, die bereits auf einem behaarten oder bewurzelten kurzen Stengel sitzen. Hierin liegt die Ursache der mangroveartigen Verpflanzung; die Pflanze wurzelt desshalb wahrscheinlich schnell im Schlamm ein, wenn die Frucht abfällt« (Kuntze). »Stecklingssamen«, wie sie Kuntze nennt, kommen hier also nicht vor.

Polyembryonie. — Von den vier Ovulis abortiren gewöhnlich drei: selten kommen zwei zur Entwickelung, was schon Du Petit Thouars beobachtete (l. c. p. 35) und Piso abgebildet haben soll. Auch Eggers hat beobachtet, dass mehr als eine Wurzel aus einer Frucht hervorbrechen könne, doch nur drei Mal unter mehr als tausend keimenden Samen. Diese doppelte Keimbildung kann doch, wie es scheint, einen doppelten Grund

haben. Entweder ist wirklich mehr als ein Eichen befruchtet worden, und das scheint bei Fig. 37 u. 40, Taf. VII—VIII, der Fall zu sein; zwei fast gleich große Samen stehen hier ganz deutlich neben einander mit einem abortirten Ovulum in der Mitte, und aus jedem kommt ein Keim zum Vorschein. Aber auch Polyembryonie scheint vorzukommen; jedenfalls vermag ich nicht den Fig. 37—39, Taf. VII—VIII, abgebildeten Fall anders zu deuten. Nach Entfernung des Fruchtfleisches sah ich hier nur einen Samen (Fig. 38), aus welchem rechts ein Cotyledo, der schon seinen Keim entlassen hatte, hervorschaute, und links sah man einen jüngeren Keim mit seinem Keimblatt und hypocotyledonarem Theile; an Längsschnitten durch den Samen (Fig. 39) sieht man rechts den Kopf des größeren (*cot*), links den des kleineren Keimblattes (*cot'*); beide ganz deutlich von derselben Samenschale eingeschlossen.

Über den Stengelbau finde ich nichts Bemerkenswerthes mitzutheilen. (Über die Rinde siehe Jos. Moeller, Anatomie der Baumrinde, p. 339—341).

Die Blätter sind gegenständig; jedes Paar mit zwei interpetiolären Stipeln versehen. Sogleich nach dem Keimblatte folgt ein Paar stipelloser Laubblätter, dann verlängerte Stengelglieder mit Laubblättern, welche Stipeln haben. (Vergleiche die abgebildete Keimpflanze Taf. IX—X, Fig. 10, und Rumph's Herb. Amb. tab. 72). Sowohl die Laminae als die Stipulae haben gedrehte Knospenlage (vergl. Fig. 1, Taf. VII—VIII, und Fig. 2—4, Taf. IX—X), gewöhnlich jedoch in entgegengesetzter Richtung, auf die Weise also, dass wenn die Laubblätter in der Knospe rechts, die Stipeln links gedreht sind; im Diagramme Fig. 9, Taf. VII—VIII, ist das äußerste Laubblattpaar durch *f—f* bezeichnet; das zugehörige Stipelpaar mit *st—st*, dessen linke Ränder unbedeckt sind; das zweite Laubblattpaar *f'—f'* hat auch die linken Ränder unbedeckt, die zugehörigen Stipeln dagegen die rechten; dieselbe Deckungsweise wiederholt sich bei den folgenden Blattorganen.

Die Stipeln dienen zum Schutz des folgenden Laubblattpaares, das ganz von ihnen eingehüllt wird; sie fallen vor dessen Entfaltung ab, halbumfassende Narben hinterlassend.

Wahrscheinlich spielen die Drüsenhaare, die in den Achseln der Stipeln und der Bracteen, in den Blütenständen sowohl als zwischen den Blüten sich finden, auch eine für die jungen Blätter schützende Rolle. Sie bestehen aus einem centralen, von in der Längsrichtung gestreckten Zellen gebildeten Theil und einer diesen umgebenden Schicht von senkrecht zur Oberfläche gestreckten pallisadenähnlichen, etwas keulenförmigen Zellen (Fig. 14, Taf. IX—X); im Querschnitt sind diese etwa 5eckig. Die Cuticula dieser secernirenden Schicht findet man oft gesprengt, wahrscheinlich durch den Zudrang des Secretes. In Alkohol oder Kali-Alkohol gelegt, strömt eine Menge von gummiharz-ähnlichen Stoffen aus diesen Haaren heraus, welche sich emulsionsartig vertheilen, und die Cuticula wird bla-

senförmig gehoben. Schon in den Blattachseln der Plumula kommen diese Drüsenhaare vor, und nach EGGERS (l. c. p. 180) ist die Plumula mit einem harzartigen dünnen Überzug bedeckt, durch welchen sie vermeintlich beschützt wird, wenn der Keim lange in dem Wasser herumtreiben muss.

Der Blattstiel hat einen geschlossenen Kreis von Gefäss-Strängen und zugleich, wenn er besonders kräftig ist, innerhalb dieser eine Anzahl Stränge mit nach unten gekehrtem Phloem (Fig. 13, Taf. IX—X). Diese Stränge scheinen sich von denen der Oberseite abzuzweigen.

Die Blattscheibe zeichnet sich durch ein an der oberen Seite mächtiges, gewöhnlich 4—6schichtiges Hypoderm aus, das aus eng aneinander schließenden Zellen besteht (Fig. 11, Taf. IX—X; die unter der Oberhaut folgenden 6 Schichten). Nach jüngeren Blättern zu urtheilen, scheint es ein echtes Hypoderm zu sein und nicht durch Theilung der Oberhaut entstanden; in einem nur 3 mm. langen Blatte waren fast eben so viele Schichten angelegt, wie sich in dem ausgebildeten Blatte vorfinden. Die obersten Schichten dieses Hypoderm sind äußerst reich an Gerbsäure, die überhaupt in dieser Pflanze reichlich vorkommt, und meiner Anschauung nach hier wie anderswo bei der Wasserzufuhr der Pflanze eine Rolle spielt, was ich in einer anderen Abhandlung näher besprechen werde. Der starke Glanz der Oberseite rührt wohl von diesem Hypoderm und der dickwandigen Oberhaut her. Das Blatt kommt im äußeren sowie inneren Aussehen, sowie wohl auch physiologisch dem von Ficus elastica ganz nahe. Nur die Unterseite hat Stomata, jüngere zwischen älteren gebildet, nach allen Richtungen gestellt. Das Pallisadengewebe ist ziemlich unbedeutend und kommt wegen des starken Hypoderms ziemlich in der Mitte der Blattfläche zu liegen; es ist aus schmalen Zellen gebildet, etwa zwei bis drei Zellen hoch, und, nach dem Verlaufe der Radialwände zu urtheilen, durch Quertheilungen einer einzigen ursprünglichen Schicht entstanden. In das Pallisadengewebe hinein reichen von oben her große, helle, gerbsäurehaltige Zellen, wie es die Figur auch zeigt; durch Jod zeigen sie keine Färbung. Das pneumatische Gewebe hat nur kleinere Zwischenräume.

An der Unterseite der Blätter erkennt man mit unbewaffneten Augen kleine schwarze Flecke, die schon von JACQUIN erwähnt sind. Sie rühren von Drüsen her, die im pneumatischen Gewebe ihren Sitz haben und aus vielen dicht vereinigten, mit einem gewissen Secrete erfüllten, an Spiritusmaterial immer bräunlichen Zellen gebildet sind. Eine größere Höhle habe ich nicht beobachtet.

Anatomie der Luftwurzeln. — Schon aus JACQUIN's Worten »sunt autem hae radices teretes . . . . cortice crasso medulla fibroso« (sc. mit Trichoblasten erfüllt) geht hervor, dass die Luftwurzeln ein Mark haben.

Eggers erwähnt (l. c. p. 2), dass die größten von ihm beobachteten Stamm-Luftwurzeln ein Mark von $^1/_2$ Zoll Dicke hatten. Schon hieraus sieht man, dass die Wurzeln einen für solche Organe abweichenden Bau haben; auch eine andere, minder augenfällige Abweichung findet sich, die man minder leicht in Übereinstimmung mit der gewöhnlichen Function als Stützwurzel bringen kann. Sie sind aber dennoch echte Wurzeln.

Die Oberhaut ist ohne Wurzelhaare und hat eine stark cuticularisirte Außenwand. Unter derselben liegt eine hypodermatische Endodermis, die besonders an kleineren Wurzeln durch ihre radiär gestreckten dickwandigen Zellen hervortritt (Zellschicht *b* in Fig. 9, Taf. IX—X). Die dritte Schicht ist die Mutterzellschicht des Korkes (*c* in der citirten Figur); sie bildet ein mächtiges Korkgewebe, das sich durch Salzsäure und Phloroglucin violet färbt. Die Rinde ist sonst aus parenchymatischen Zellen mit äußerst zahlreichen verticalen Luftgängen gebildet; im Querschnitt betrachtet, sieht man rundliche Zellen wie Knotenpunkte, von welchen andere (gewöhnlich drei) und etwas größere sternförmig ausstrahlen, welche Luftgänge zwischen sich lassen; von jenen aus rundlichen Zellen gebildeten Verticalreihen entspringen die Trichoblasten. (Ein Bild von dem Rindenparenchym giebt Fig. 15, Taf. IX—X, wenn man die Verdickungen der größeren Zellen weglässt.) Die äußersten sowie die allerinnersten Rindenschichten haben weniger große Luftgänge.

Die Endodermis, die sich oft deutlich durch die Zellanordnung als innerste Rindenzellschicht präsentirt, macht sich besonders durch ihren helleren Ton bemerkbar; ihre immer dünnwandigen, etwas tangential gestreckten Zellen zeigen bisweilen recht deutlich die Caspary'schen Flecken an den Radialwänden (Taf. IX—X, Fig. 8 u. 12). In den älteren Wurzeln wird die Endodermis undeutlich. Sie wird bisweilen in demselben Grade wie das angrenzende Parenchym von der Schwefelsäure angegriffen, bisweilen zeigt sie sich ebenso resistent wie der Kork.

Die Leitstränge sind in großer Zahl vorhanden, bis 30—40 von jeder Art. Phloem- und Xylemstränge wechseln wie gewöhnlich miteinander ab, aber es findet sich hier das ungewöhnliche Verhältniss, dass bisweilen mehr als ein Phloemstrang zwischen je zwei Xylemsträngen eingeschaltet ist (Taf. IX—X, Fig. 18 u. 21), was vielleicht von einer Spaltung der Phloemstränge herrührt, weil man bisweilen Phloemstränge findet, welche sich bei schwacher Vergrößerung als eine Einheit darstellen, bei stärkerer dagegen deutlich in mehrere zerfallen (Taf. IX—X, Fig. 17 u. 19). Auch getheilte oder doppelte Xylemstränge kommen vor.

Die Phloemstränge lassen sich an dem dunkleren Inhalte und den etwas collenchymatischen, oft unregelmäßig gebogenen Wänden leicht erkennen (Taf. IX—X, Fig. 21, 6, 8). Sie bestehen aus deutlichen Siebgefäßen und den gewöhnlichen langgestreckten dünnwandigen Zellen mit

langgestreckten Zellkernen. Zwischen den deutlich dem Phloemstrang zugehörenden Elementen und der Endodermis liegen etwa zwei Zellschichten.

Die Xylemstränge bestehen hauptsächlich aus wenigen engen Spiraltracheiden, welche nach hinten an einen großen, später wie die Tracheen verholzenden und, wie es scheint, centrifugal sich ausbildenden Sclerenchymstrang grenzen. In Fig. 7, Taf. IX—X, erkennt man leicht die Tracheiden als die dunkelwandigen, engen Elemente in der Mitte der Figur; nach unten liegt der Sclerenchymstrang, dessen den Tracheiden zunächst liegende Zellen noch dünnwandig und unverholzt sind; dieser Strang ist aus einem Cambium in Haberlandt's Sinne entstanden. Die Xylemstränge bieten drei abweichende Verhältnisse. Erstens liegen sie etwas weiter als die Phloemstränge vom Pericambium entfernt; vergl. 6, 7 u. 8, Taf. IX—X; zweitens liegt vor (außerhalb) den Tracheiden immer eine Gruppe von weichbastähnlichen Elementen: enge, bräunliche, inhaltsreiche, langgestreckte Zellen (Taf. IX—X, Fig. 7 u. 8, sowie auch 19), zwischen welchen ich jedoch keine Siebröhren gefunden habe. Drittens kommen Xylemstränge vor, die als doppelte bezeichnet werden können: man beobachtet zwei Gruppen von Tracheiden, die doch deutlich einem und demselben Xylemtheile gehören (Taf. IX—X, Fig. 19 u. 17); sie sind von einem und demselben Sclerenchymstrange eingefasst, haben aber jede nach außen die soeben besprochene Gruppe phloemähnlicher Zellen. Dass sie demselben Strange gehören, zeigt sich auch darin, dass man alle Übergänge zwischen ihnen und einfachen Strängen gewöhnlichen Baues findet, und während der eine Strang doppelt ist, und zwar ganz ausgeprägt, sind die benachbarten Stränge vielleicht einfach. In alten Wurzeln, in welchen die Zellen der Sclerenchymstränge des Xylems alle verholzt und verdickt sind, sieht man in der vorderen Kante dieser Stränge, oder auch in sie etwas eingesenkt, eine oder zwei Gruppen enger bräunlicher Zellen, — das sind die phloemähnlichen Theile der primären Xylemstränge (vergl. Fig. 17, Taf. IX — X).

Dicken-Wachsthum der Wurzel. — Die Cambiumbildung findet wie gewöhnlich innerhalb des Phloems und außerhalb des Xylems statt, aber auch hier findet man Abweichungen von den gewöhnlichen Verhältnissen, nämlich rücksichtlich der Cambiumentstehung. Aus Fig. 8, Taf. IX — X, lässt sich schließen, dass das Cambium zuerst innerhalb des Phloems entstanden ist, wenig später vor dem Xylem; in Fig. 19 dagegen hat sich schon eine recht große Menge secundären Gewebes vor dem doppelten Xylemstrange gebildet, und noch liegt der Phloemstrang da, ohne dass an ihm von einer bestimmten Cambiumbildung gesprochen werden darf.

In dieser Figur ist schon eine Spaltung des secundären Stranges durch Parenchymstrahlen ersichtbar; das gewöhnliche Verhältniss ist folgendes: vor jedem primären (einfachen oder doppelten) Xylemstrange bilden sich

zwei bis drei durch breite Parenchymstrahlen getrennte Xylemtheile, während hinter jedem primären Phloemstrang nur ein secundärer entsteht (Taf. IX—X, Fig. 16 *p*). Die Parenchymstrahlen wachsen durch ein Cambium, dessen theilungsfähige Zellreihe die zweitäußerste ist (Fig. 27 *c*, Taf. IX—X); sie sind 2—5 Zellen dick und aus regelmäßig radial gestreckten, fein porösen Zellen gebildet. Das Holz zeigt sich also von durchgehenden Parenchymstrahlen zerklüftet; es besteht hauptsächlich aus gewöhnlichem Libriform, in welchem große Treppen- und Netzgefäße zerstreut liegen, theils vereinzelt, theils in Gruppen von zwei. Jede Abtheilung des Holzes ist gewöhnlich 6—10 Zellschichten dick. Der Phloemtheil bleibt immer sehr unbedeutend, nach außen von Pericambium und Rinde umfasst.

Das Mark ist aus dünnwandigem Parenchym mit Lufträumen und zahlreichen Trichoblasten gebildet.

Eine ältere Luftwurzel von $2\frac{1}{2}$ cm. Querschnitt hatte folgende Dimensionen der verschiedenen Gewebe: die Rinde war 6 mm. dick, der Holzcylinder $1\frac{1}{2}$ mm.; am inneren Rande desselben lagen bis 80 kräftige Bastfaser-Stränge, die sich leicht vom Holze lösten. Das Mark hatte einen Diameter von 15 mm. und zeigte sich an Bruchflächen von den vielen Trichoblasten ganz borstig.

Diese Luftwurzeln geben durch ihren gewöhnlichen abweichenden Bau eine schöne Illustration zu den Theorien SCHWENDENER's über den mechanischen Aufbau der Pflanze: als Stützwurzeln müssen sie biegungsfest sein und erhalten in Übereinstimmung damit einen stammähnlichen Bau mit großem Mark etc. Die Zerklüftung der Phloem- und Xylemstränge, sowie die ungeheure Zahl derselben steht wohl auch in Verbindung mit der Anwesenheit eines so großen Markes und der daraus folgenden Vertheilung dieser Stränge auf einen vom Centrum ungewöhnlich weit entfernten Kreis.

Eine weitere Illustration des mechanischen Baues bieten die von den starken Luftwurzeln mehr oder weniger abweichenden und mit gewöhnlichen Wurzeln ganz übereinstimmenden Wurzeln der Rhizophora, welche sich in der Erde als Zweige von jenen entwickeln (Taf. IX—X, Fig. 24).

Bei diesen in der Erde befindlichen secundären und tertiären Wurzeln (Fig. 24, Taf. IX—X) werden erstens die Trichoblasten nicht gebildet, sie sind jetzt offenbar überflüssig, weil die Wurzel nicht biegungsfest zu sein braucht, sondern zugfest, und vor Einschrumpfen durch die Sonnenhitze geschützt ist. Zweitens ist die Rinde, besonders in den ganz dünnen Wurzeln, abweichend gebaut: die Luftgänge werden größer, und die Parenchymzellen werden mit eigenthümlichen Verdickungen versehen, von welchen Fig. 15, Taf. IX—X, ein Bild geben wird, wenn man beachtet, dass die Lufträume dunkel gehalten sind, dass die Darstellungen der zwischenliegenden Zellen mit ihren Verdickungen nicht gelungen sind, in-

dem man den Eindruck nicht erhält, dass man in eine querdurchschnittene Zelle hineinblickt, deren der Schnittfläche angrenzende Ränder also höher liegen als die übrigen Theile.

Es finden sich also eine Menge dünnwandige Parenchymzellen, die horizontal gestreckt sind und mit unregelmäßig verzweigten Verdickungsleisten versehen sind. Diese sind besonders in radiärer Richtung gestellt und stoßen immer entweder aneinander, oder an die senkrecht gestreckten, im Querschnitt runden Zellen, die mit *a* bezeichnet, ohne Verdickungen sind und senkrechte Säulen bilden. Dagegen wird man diese Verdickungsleisten nie an den den Intercellularräumen angrenzenden Wandtheilen finden, welche dagegen oft etwas dicker sind als die übrigen. Die Verdickungsleisten haben offenbar eine mechanische Bedeutung, durch sie und durch die Art, auf welche sie miteinander und mit den cylindrischen Verticalsäulen verkettet sind, sollen sie gegen seitlichen Druck schützen. Zugleich wird das Rindenparenchym mehr oder weniger stark radiär gestreckt und geordnet, mit radiär verlaufenden Lufträumen zwischen seinen Zellen.

Die weit geringere Größe dieser secundären und tertiären Wurzeln erhält auch in der Zahl ihrer Stränge einen Ausdruck: sie sind jetzt oft nur 5—6—7-stark, und in solchen kleinen Wurzeln habe ich nie mehrere Phloemstränge zwischen je zwei Xylemsträngen und auch keine doppelte Xylemstränge gefunden; ebenso finde ich auch keine Gruppe von phloemähnlichen Zellen außerhalb der Tracheiden; diese sowie auch die Phloemstränge grenzen unmittelbar an das Pericambium oder werden nur durch ein paar Zellen von ihm getrennt. Die Bastfaser-Stränge an der Innenseite des Xylems haben verschiedene Mächtigkeit und bei den kleinsten Wurzeln schmelzen sie in eine centrale Masse zusammen: das Mark fehlt dann, ein weißliches dickwandiges Prosenchym nimmt die Mitte ein, eine rationelle zugfeste Construction. Eine solche Wurzel weicht in Nichts von so vielen anderen, besonders monocotylen Wurzeln ab.

Der hypocotyle Stengel und die Radicula. — Der ganze unterhalb des Keimblattes liegende keulenförmige Körper besteht meiner Meinung nach zum allergrößten Theile aus dem hypocotylen Stengelgliede, und nur die äußerste vielleicht 1 cm. lange Spitze dürfte als Wurzelanlage betrachtet werden. Als Gründe hiefür muss ich erstens anführen, dass Wurzeln bei der Keimung nur aus dieser Spitze gebildet werden, selbst wenn der Keimling tief im Schlamme steckt; zweitens, dass der anatomische Bau des langen Körpers mehr für einen Stamm spricht, obgleich auch die Luftwurzeln ganz stammähnlich sind. Du Petit Thouars war schon auf den Bau aufmerksam und schrieb (l. c. p. 36): »Je nomme cette partie inférieure radicule pour me conformer à l'usage; mais c'est une veritable tigelle: ce que confirme l'existence de la moelle dans son intérieur«; ein Mark hat aber auch, wie gezeigt, die Luftwurzel, und dieser Grund ist also

hinfällig. Der Gefäßstrangcylinder eines älteren Keimes bietet aber folgenden Fig. 26, Taf. IX—X, abgebildeten Bau dar: zwischen vollständigen, aus Phloem und Xylem gebildeten, und mit Cambium versehenen Strängen, wie die in der Figur rechts und links liegenden, finden sich mehrere Phloemstränge, wie es auch in den Luftwurzeln vorkommen kann; aber die Tracheen des Xylems entwickeln sich centrifugal und sind mehr oder weniger deutlich in Radien gestellt, dass man ihre Entstehung aus einem Cambium annehmen muss, welches ja in Stämmen ein gewöhnliches, vielleicht überall vorkommendes Verhältniss ist.

Die zwischenliegenden Phloemstränge, die wohl späteren Ursprunges sind, werden nach und nach mit Cambium versehen werden und sich als vollständige Leitbündel constituiren. Die Bastfaser-Stränge, welche sich in allen Stützwurzeln innerhalb des Xylems vorfinden, fehlen hier. Der geschilderte Bau ist mehr stammähnlich als wurzelähnlich; doch muss ich doch gestehen, dass ich ganz junge Keimlinge gefunden habe, deren hypocotyledonarer, kaum 2 mm. dicker Theil ganz wurzelähnlich war, mit regelmäßig alternirenden Phloem- und Xylemtheilen, und mit einer Anordnung der Tracheen, die auf centripetale Anlegung derselben deutete; ich bin daher der Meinung, dass der Cauliculus doch nicht immer einen reinen Stammbau besitzt.

Ein anderer Unterschied zwischen Cauliculus und Luftwurzel ist aber rein biologischer Natur, der nämlich, dass jener chlorophyllhaltig und sehr reich an Stärke ist: diese wird in großer Menge und als Nahrung für die jungen, eben von der Mutterpflanze herabgefallenen Keime aufgespeichert. Besonders gegen die Radicula hin ist die Stärke reichlich, wie auch dicht unter der Plumula, wo der Längenwuchs des Cauliculus statt hat.

Vom Bau des hypocotyledonaren Theiles dürften noch ein paar Punkte hervorzuheben sein. Die Oberhaut ist ganz glatt und glänzend; ihre Zellen haben stark verdickte Außenwände und werden nachträglich durch horizontal gestellte Radiarwände getheilt (Fig. 20, Taf. IX—X), so dass viele Zellen in regelmäßigen senkrechten Reihen zu liegen kommen. Spaltöffnungen fehlen. Auf die Epidermis folgt eine Korkschicht, dann eine in zwei Strata differenzirte Rinde; das äußere ist dichter, mit kleineren Zellen und kleineren Intercellularräumen, reich an Gerbsäure und großen Steinzellen-Nestern; das innere, weit mächtigere, hat große Trichoblasten, größere Intercellularräume und Zellen. Die Endodermis ist nicht besonders deutlich. Das Mark ist wie die Innenrinde besonders Sitz der Stärke.

Geht man von der Plumula gegen die Radicula hin, so wird alles deutlich älter; die Krystalldrusen von Calciumoxalat nehmen in Menge bedeutend zu, und in der Radicula selbst finden sie sich bisweilen in solcher Anzahl, dass es gewiss mehrere Zellen mit, als ohne Krystalle giebt. Selbst die Trichoblasten reichen in die Radicula hinein, bisweilen höher hinauf als die Gefäßstränge. Die Radicula dürfte gewiss einen ganz erloschenen Vegeta-

tionspunkt haben. Der dem Keimblatt angrenzende Cauliculus-Theil ist viel biegsamer als der übrige, dickere und mit Lenticellen versehene Theil. Alles deutet darauf hin, dass der hypocotyledonare Stengel an seinem oberen Ende wächst; auch das Keimblatt wächst ja, wie oben angegeben, in seinem unteren, jenem angrenzenden Theil.

In der kleinen Radicula scheint keine wesentliche Änderung im Bau statt zu haben.

Die dunkelbraune, glatte und sehr feste Wurzelhaube hat verkorkte Zellen (in Schwefelsäure unlöslich), die Korkbildung streckt sich von der Wurzelhaube weit auf den Cauliculus hinauf zum Schutz des jungen, noch an der Mutterpflanze hängenden, der Luft und den Sonnenstrahlen ausgesetzten Keimes. Beim Austrocknen des Keimlings schrumpft die Wurzelhaube nach Eggers nicht ein. An den Keimanlagen habe ich gesehen, dass die Wurzelhaube durch perikline Theilungen der Epidermiszellen gebildet wird.

Am Schluss muss ich noch meinem lieben Freunde und Landsmanne, Capitain Baron Eggers auf St. Thomas, meinen besten Dank bringen für das Material zu dieser Untersuchung, das ich allein ihm verdanke.

Litteratur der Rhizophoraceen.

Baillon, H., Sur les affinités du Macarisia, in Adansonia, vol. 3.
—— Histoire des plantes, 6, p. 284.
Blume, Museum Lugduno-Batavum, Nr. 9, p. 131.
Browne, P., Jamaica. I.
Brown, R., An account of a new genus of plants named Rafflesia (Transact. of the Linnean Society, 13, pars 1).
Catesby, The natural history of Carolina, Florida etc. London 1754 vol. 2, p. 63, t. 63.
Decaisne, J., Ann. sc. nat., Ser. 2, vol. 4, 1835, p. 75—77.
—— Nouv. Ann. du Museum, 3, p. 452.
Engler, in Martii et Eichl., Flora Brasiliensis, vol. 12 (2), fasc. 71, p. 426, tab. 90.
Eggers, H., Rhizophora Mangle L. (Videnskabelige Meddelelser, 1877, p. 177—181).
Gärtner, De fructibus etc. 1788, 1, p. 213, t. 45.
Gaudichaud, Recherches generales sur l'organographie (Mémoires de l'Academie des sciences, 8, 1843).
Griffith, Posthumous papers. Notulae ad plantas asiaticas. Calcutta 1854; vol. 4, p. 662—671, pl. 640—642.
—— Transactions of the med. et phys. Society, Calcutta.
Jacquin, Selectarum Stirpium americanarum historia, 1763, p. 141, tab. 89.
Kuntze, O., Die Schutzmittel der Pflanzen, p. 17.
—— Um die Erde. Leipzig, 1881.
Lamarck, Encyclopédie, t. 4 (1796), p. 696, tab. 396, 397.
Lindley, Vegetable Kingdom, London 1853, p. 726.
Möller, Jos., Anatomie der Baumrinde.
Piso et Marcgrave, Hist. naturalis Brasiliae, 1648, lib. 4, cap. 87 et: De Ind. utriusque re naturali etc., lib. 4, cap. 42.

Rheede tot Drakestein, Hortus indicus malebaricus, vol. 5, tab. 13, vol. 6, tab. 34.
Rumphius, Herbarium Amboinense, Amstelodam. 1750, vol. 3, p. 102 et Icones tab. 68—72.
Thouars, Aubert du Petit-, Notice sur le Manglier, in Desvaux's Journal de botanique, t. 3 (1813), p. 27, tab. 11.
Tulasne, Florae madagascariensis fragmentum (Ann. sc. nat., 4. Sér., 6, 1856, p. 106).
Turpin, Iconographie vegetale, 1841, pl. 36, fig. 6—8.
Warming, Eug., Om Rhizophora Mangle L. (O. Nordstedt's Botaniska Notiser« 1877.)
Velloso, Flora Fluminensis, vol. 5, tab. 1.
Wight, Icones Plant. Indiae Orient. 1, tab. 238—240.
—— Illustrations of Ind. Botany, 1 (1840), p. 207, tab. 89. 90.

Erklärung der Tafeln.

Taf. VII—VIII.

Fig. 1. Spitze eines in der Entfaltung seines Laubes begriffenen Zweiges. *f* Narbe eines abgeschnittenen Laubblattes, zu dem die Stipeln *st* gehören, und in dessen Achsel die trichotomische Inflorescenz gestellt ist ($^1/_1$).
Fig. 2. Junge Inflorescenz von den beiden Hochblättern eingeschlossen; vergrößert.
Fig. 3. Eine ältere Inflorescenz ($^2/_1$).
Fig. 4. Eine dichotomische Inflorescenz ($^1/_1$).
Fig. 5 u. 6. Querschnitte durch eine Blütenknospe in verschiedener Höhe.
Fig. 7. Längsschnitt durch eine Blüte; *a* das lose Zellgewebe unter den Ovarialfächern. *fv* Gefäßstränge. *h* Harzschicht aus in radiären Reihen geordneten Zellen gebildet. *d* Nectarium. Krone und Staubblätter sind abgefallen.
Fig. 8. Diagramm einer 5blütigen Inflorescenz.
Fig. 9. Diagramm eines Zweiges mit drei Laubblattpaaren (f, f^1, f^2) und 3 Stipelpaaren (*st*).
Fig. 10. Ovulum in Längsschnitt mit Sphärokrystallen und am Mikropyleende mit Primordialzellen.
Fig. 11. Längsschnitt durch ein Ovulum; die Eiweissbildung hat begonnen ($^{10}/_1$).
Fig. 12. Trichoblaste (Tangentschnitt durch die Rinde).
Fig. 13. Ovulum in Längsschnitt, mit dem im Eiweiß eingeschlossenen Keime stärker vergrößert (Ok. 0, Obj. 5 von Seibert).
Fig. 14. Ovulum, schwach vergrößert, nebst stärker vergrößertem Längsschnitte ($^{10}/_1$) und dem in demselben befindlichen Keime.
Fig. 15. Ovulum im Längsschnitt; der Nucellus noch nicht ganz resorbirt.
Fig. 16. Ein ähnliches Ovulum, sogleich nach dem Verblühen; der Fruchtknoten noch nicht aufgeschwollen.
Fig. 17. Samenschale mit den zahlreichen verzweigten Gefäßsträngen.
Fig. 18. Junge Frucht (nat. Gr.) mit dem eingeschlossenen Samen (vergrößert ($^2/_1$). Der Keim hat schon das hervorgetretene Albumen durchbohrt.
Fig. 19. Querschnitt durch eine junge Anthere (das meristematische Gewebe ist dunkel gehalten); daneben der stärker vergrößerte vordere Theil eines anderen, auf demselben Entwicklungsstadium stehenden Querschnittes (Ok. 0, Obj. 7).
Fig. 20. Partie des hinteren Seitentheils eines Querschnittes (Ok. 0, Obj. 7).
Fig. 21, 22, 23. Ein Staubblatt von der Seite, von vorne und von der Seite, aber mit aufgesprungener Anthere ($^{10}/_1$).

Fig. 24. Eine Placenta ($^3/_1$) mit zwei abortirten (*ov*) und einem entwickelten Ovulum daneben Längsschnitt durch dieses letztere ($^7/_1$). Der Keim ist schon recht groß. *a* Albumen-Arillus.

Fig. 25. Längsschnitt durch das aufsaugende Gewebe im Kopfe des Keimes.

Fig. 26. Oberfläche eines weiter abwärts liegenden Theiles vom Keimblatte (Ok. 0, Obj. 6).

Fig. 27. Querschnitte von zwei theilweise oder ganz aufgesprungenen Antheren.

Fig. 28. Querschnitt durch die hintere Ecke einer aufgesprungenen Anthere. (Die Verdickungen der fibrösen Zellen sind ziemlich undeutlich geworden.)

Fig. 29. Querschnitt durch eine jüngere Anthere; die Tapetenzellen sind noch nicht aufgelöst, die Pollenmutterzellen noch nicht in Tetraden getheilt (Ok. 0, Obj. 7).

Fig. 30. Eine junge Frucht (*A*), nebst ihrem Samen *B* und dem herausgenommenen Keim *C*. *a* ist der Albumen-Arillus. (Alles in natürl. Gr.)

Fig. 31. Längsschnitt durch eine reife Frucht, deren Keim abgefallen ist; *c* Kopf des Keimblattes; *t* Samenschale; *f* Fruchtwand (natürl. Gr.).

Fig. 32. Eine junge Frucht ($^1/_1$); das Keimblatt ist noch nicht außerhalb der Frucht erschienen ($^1/_1$).

Fig. 33. Längsschnitt durch einen Samen und den oberen Theil des Keimes; *cot* Keimblatt; *pl* Plumula, noch aus nur zwei kleinen Blattanlagen bestehend ($^2/_1$).

Fig. 34. Ein junger Keim. Der Suspensor ist aus zwei Zellreihen gebildet.

Fig. 35. Querschnitt durch den röhrigen unteren Theil des Keimblattes ($^2/_1$).

Fig. 36. Entwickelter Samen mit zwei abortirten. Der Eiweiß-Arillus ist zurückgeschlagen um das von demselben noch ganz gedeckte Keimblatt zu zeigen (verkleinert, ca. $^3/_4$).

Fig. 37. Junge Frucht mit zwei fast gleichaltrigen Keimen.

Fig. 38. Frucht mit zwei in derselben Samenschale eingeschlossenen Keimen; von dem einen älteren ist nur das Keimblatt übrig; von dem anderen sieht man sowohl den hypocotyledonaren Theil (*caul*) als das Keimblatt (*cot*).

Fig. 39. Längsschnitt durch den in Fig. 38 abgebildeten Samen.

Fig. 40. Die zwei Samen aus einer Frucht wie Fig. 37 (nat. Gr.); beide sind völlig selbständig.

Taf. IX—X.

Fig. 1. Eine reife Frucht mit dem schon weit hervorgewachsenen Keime, etwas ververkleinert. *cot* Keimblattgrund.

Fig. 2. Spitze des Cauliculus mit der nach der Trennung vom Keimblatte befreiten Plumula ($^1/_1$).

Fig. 3. Spitze eines Zweiges; zwei Laubblätter sind sichtbar ($^1/_1$).

Fig. 4. Dieselbe nach Entfernung der Laubblätter; die Stipeln sind jetzt sichtbar, in entgegengesetzter Richtung gedreht ($^1/_1$).

Fig. 5. Keim von einer Bruguiera ($^1/_1$).

Fig. 6 u. 7. Querschnitte durch eine Wurzel, Fig. 6 den Phloemstrang darstellend, Fig. 7 einen benachbarten Xylemstrang darstellend (Seibert Ok. 0, Obj. 7).

Fig. 8. Querschnitt durch eine in den Schlamm schon hineingedrungene Luftwurzel mit beginnender Cambiumbildung. Das größte Lumen in dem Xylem muss ein jüngeres Gefäß sein.

Fig. 9. Querschnitt durch die Peripherie der Rinde einer secundären Wurzel; *a* die Epidermis; *b* hypoderme Endodermis (gelblich); *c* korkbildende Schicht; danach folgt Rindenparenchym, dessen äußerste Zellen gelbliche Wände haben. Der dunkel gehaltene Raum ist einer der Intercellularräume, welche schon hier anfangen.

Fig. 10. Eine junge Keimpflanze, verkleinert ($^1/_3$); *c* Narben des Keimblattes und nächstfolgenden Blattpaares.

Fig. 11. Querschnitt durch ein Laubblatt (Ok. 0, Obj. 5).

Fig. 12. Die Endodermis einer Luftwurzel, tangential.

Fig. 13. Querschnitt durch den Blattstiel (ca. $^5/_1$); die Phloemtheile schwarz gehalten.

Fig. 14. Ein Drüsenhaar im Längsschnitt; rechts und links die gesprengte Cuticula.

Fig. 15. Querschnitt durch die Rinde einer tertiären Wurzel (siehe den Text p. 542—43). (Ok. 0, Obj. 7.)

Fig. 16. Querschnitt durch eine Luftwurzel; die Holzbildung ist schon recht weit vorgeschritten. *p*, *p* bezeichnen die hinter den primären Phloemsträngen gebildeten Holztheile. Die schraffirten Partien sind das innerhalb der primären Xylemtheile liegende Sclerenchym.

Fig. 17. Querschnitt durch eine junge Luftwurzel von 6—7 cm. Länge, zwei doppelte Xylemstränge mit angrenzenden Phloemsträngen sind dargestellt.

Fig. 18. Querschnitt von einer Stamm-Luftwurzel dicht unter der Haube. *x*—*x* die Xylemstränge, deren Gefäße durch die Kreise angegeben sind. Die übrigen Stränge sind Phloem.

Fig. 19. Theil des in Fig. 17 abgebildeten Querschnittes, einen doppelten Xylemstrang und einen wenig getheilten Phloemstrang darstellend. Das Cambium hat hier vor dem Xylem begonnen, während man es anderswo an demselben Präparate innerhalb des Phloems beginnend findet (Ok. 1, Obj. 5).

Fig. 20. Längsschnitt durch die Epidermis der Radicula.

Fig. 21. Theil des Querschnittes Fig. 18, stärker vergrößert (Ok. 0, Obj. 7); die Phloemstränge sind durch ihre collenchymatischen Wände und dunklerem Inhalt gekennzeichnet.

Fig. 22. Querschnitt durch eine junge Radicula ($^2/_1$). Der Ring von Gefäßsträngen ist etwas zu kräftig ausgefallen. Die Punkte in der Peripherie deuten Steinzellengruppen an.

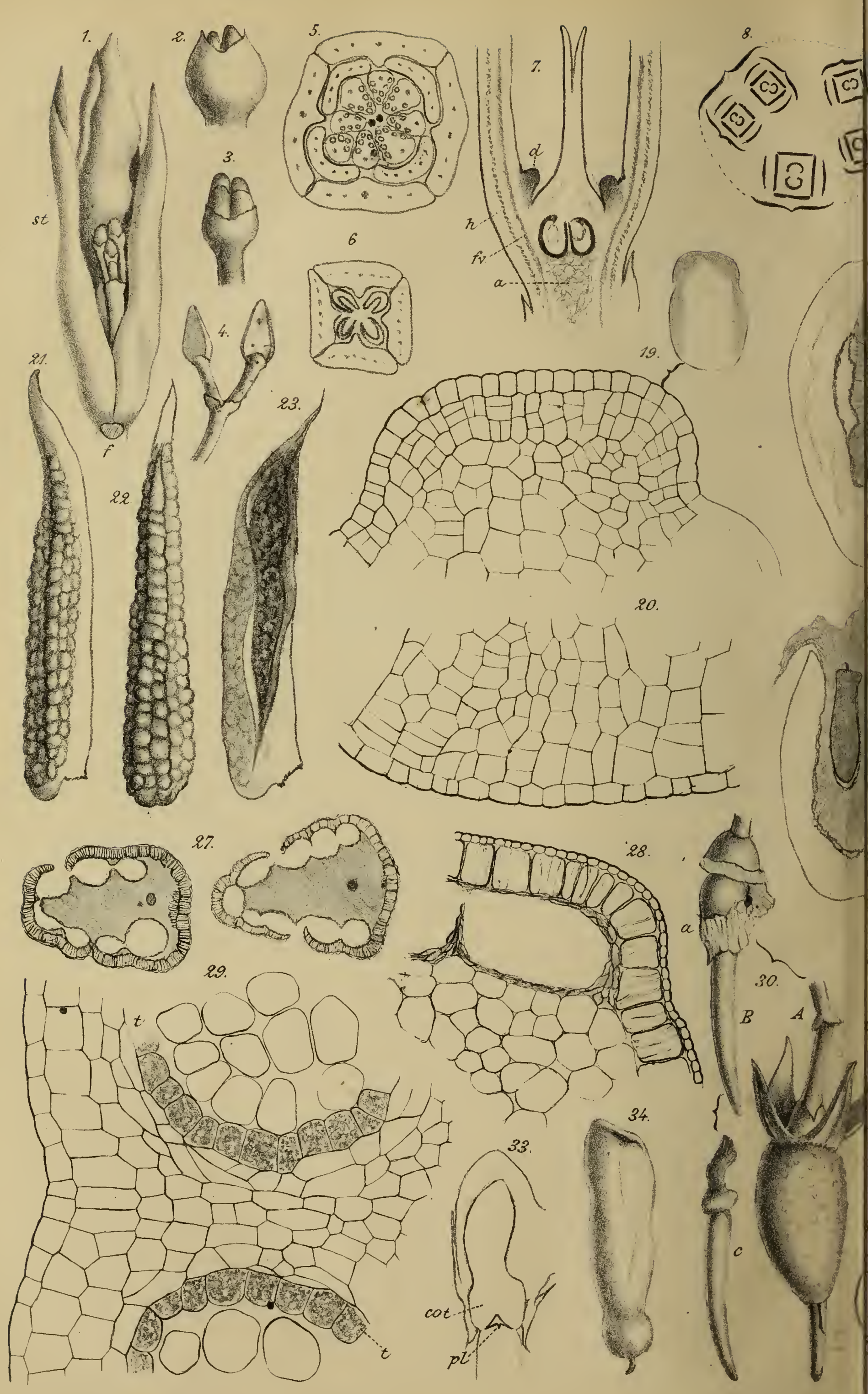
Fig. 23. Eine hervorbrechende Luftwurzel ($^1/_1$).

Fig. 24. Eine primäre, in den Schlamm hineingedrungene, Luftwurzel mit secundären und tertiären Wurzeln ($^1/_1$).

Fig. 25. Radicula im Längsschnitt; *k*, *k* sind Wurzelanlagen in derselben.

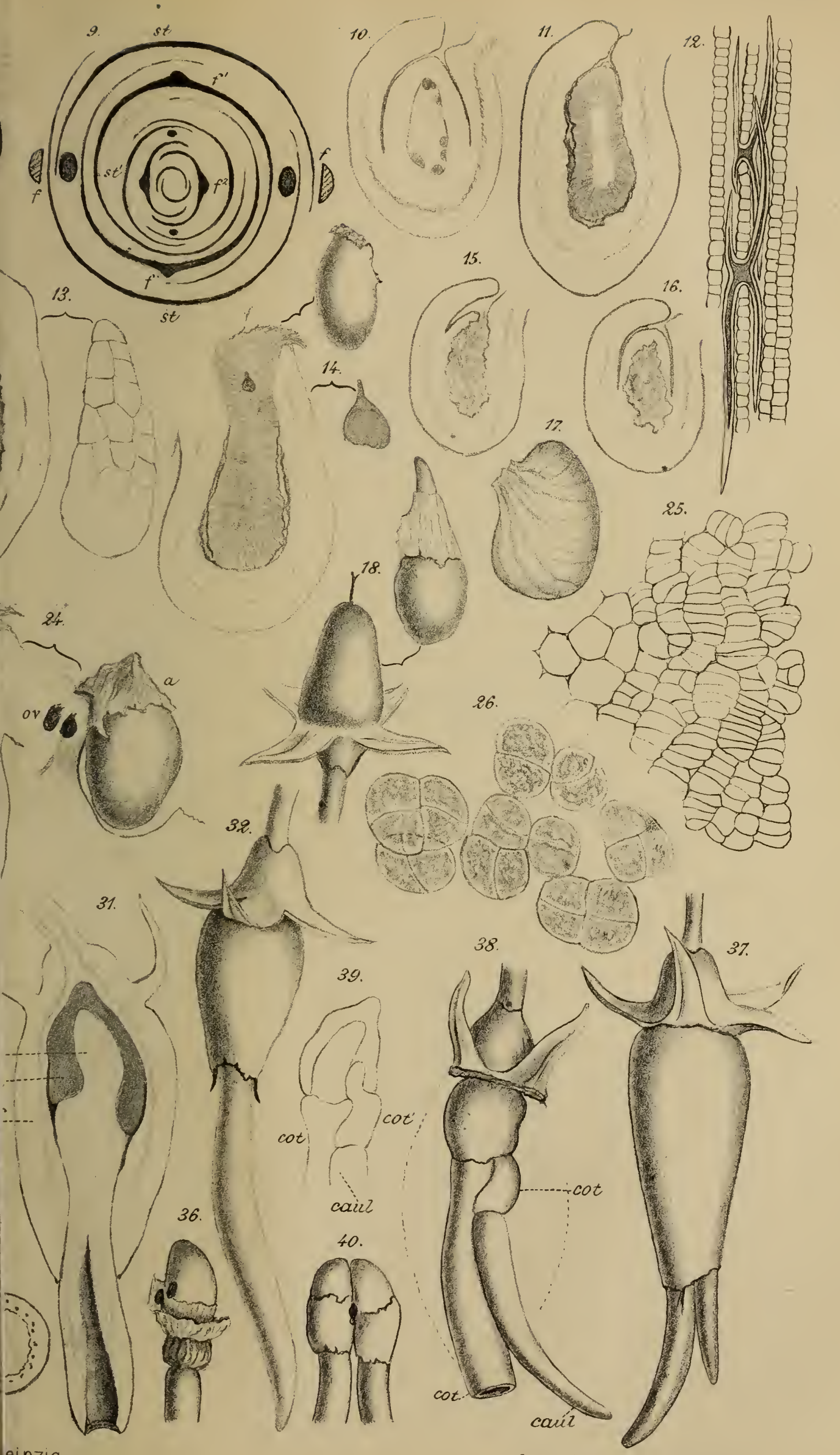
Fig. 26. Querschnitt durch den Cauliculus einer schon wurzelbildenden Keimpflanze. Die dunklen Räume (*i*) sind intercellulär. (Ok. 0, Obj. 5.)

Fig. 27. Parenchymstrahle mit ihrem Cambium (*c*).



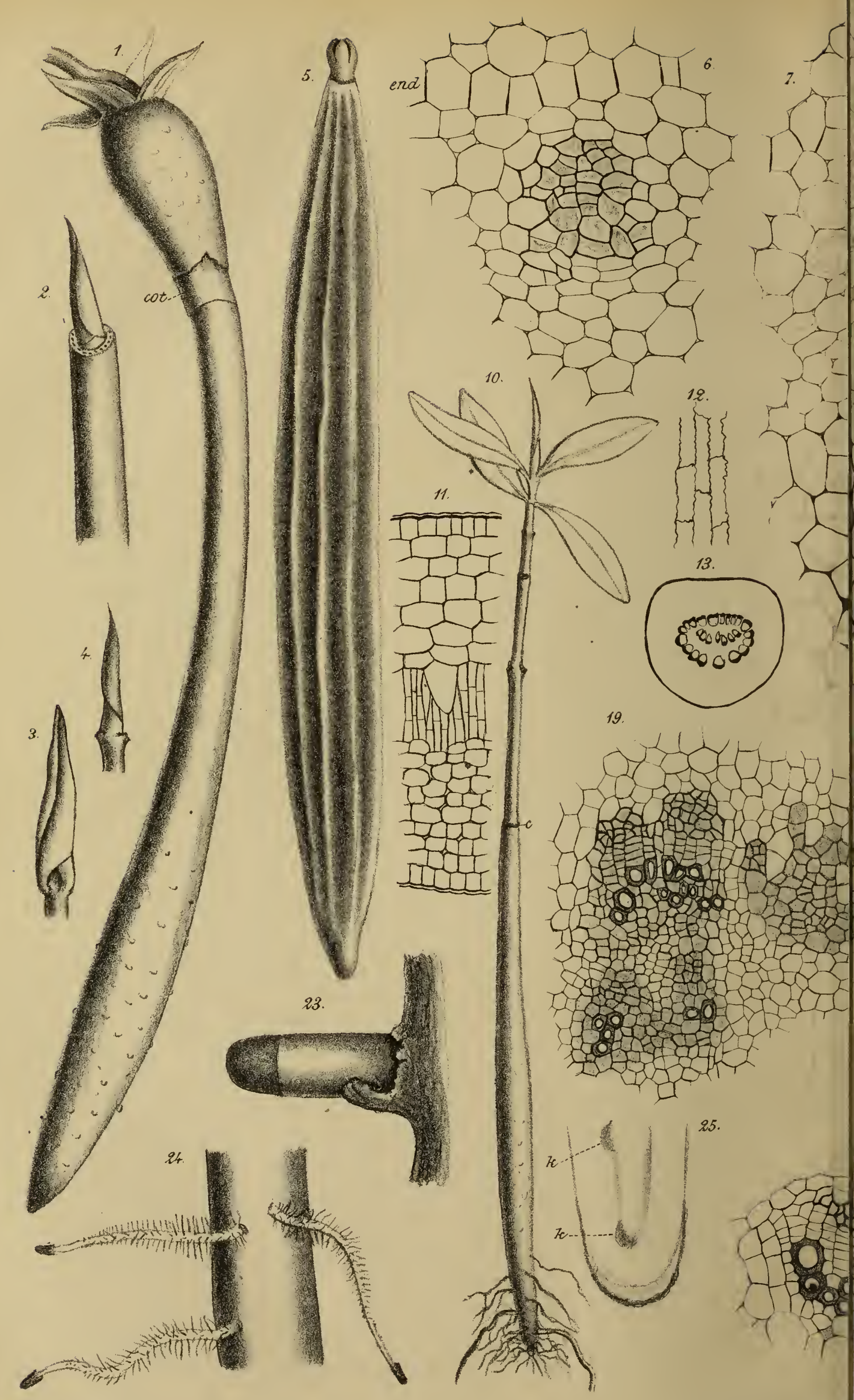
E. Warming, del. & lith.

Verlag v. Wilh. Engelm



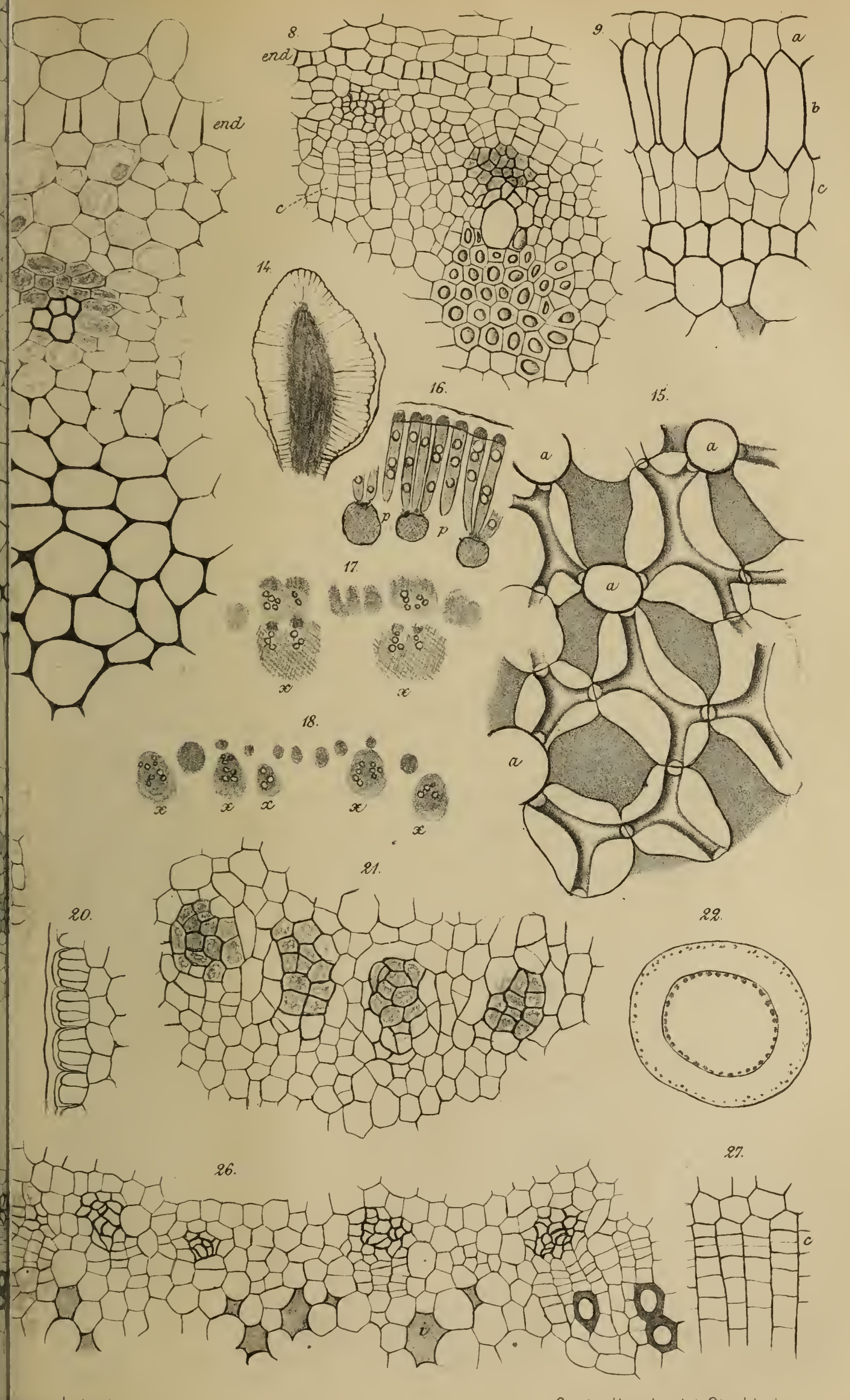
eipzig.

Centraltryckeriet, Stockholm.



E. Warming, del. & lith.

Verlag v. Wilh. Eng



ann, Leipzig

Centraltryckeriet, Stockholm